

## Forschungsprojekte Arbeiten 4.0

# Einsatz von Datenbrillen in der Arbeitswelt

Auf dem Weg in die digitale Arbeitswelt werden neue Arbeitsmittel zur Mensch-System-Interaktion eingesetzt – zum Beispiel Datenbrillen. Diese können sowohl Chancen als auch Gefährdungen für die Beschäftigten mit sich bringen.

Die Präventionsforschung am Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) beschäftigt sich mit Datenbrillen und Head-Mounted-Displays (HMDs) und deren Einsatz in der Arbeitswelt. Hierbei handelt es sich um kleine Anzeigegeräte, die am Kopf der arbeitenden Person befestigt oder in Brillen integriert sind. Sie geben digitale Zusatzinformationen wie Texte und Bilder (zum Beispiel aus Bedienungsanleitungen) und blenden diese direkt in das Sichtfeld ein. So können die Hände während der Arbeit frei bleiben. Neben diesen Anwendungen in sogenannter augmentierter (erweiterter) Realität gibt es auch

Anwendungen, die ausschließlich in der virtuellen Realität (VR) angesiedelt sind. Es gibt daher für die verschiedenen Anwendungen unterschiedliche Ausführungen von Datenbrillen.

**„Nutzer und Nutzerinnen erhalten einen durch virtuelle Daten erweiterten Blick auf die realen Arbeitsobjekte.“**

### Datenbrillen und Funktionsweisen

Unterschieden werden monokulare und binokulare Datenbrillen. Monokulare Datenbrillen sind solche, die nur die Sicht eines Auges überlagern. Diese ermöglichen zumindest mit dem anderen Auge eine uneingeschränkte Sicht. Binokulare Datenbrillen projizieren digitale Informationen vor beide Augen. Ferner werden verschiedene Displaytechniken unterschieden. Mit „See-Through“-Datenbrillen kann man aufgrund eines halbtransparenten Displays die Realität wahrnehmen; virtuelle Informationen werden zusätzlich eingeblendet. Im Gegensatz dazu werden nicht transparente Displaytechniken als geschlossene (oder „Look-Around“-)Systeme bezeichnet, da ausschließlich virtuelle Informationen ins Display projiziert werden und die Realität dahinter nicht mehr und nur noch rundherum wahrgenommen werden kann. Beispiele sind im Folgenden dargestellt:

### Monokulare geschlossene Datenbrille

Die Datenbrille (siehe Abbildung 1) projiziert virtuelle Informationen vor ein Auge. Mit dem anderen Auge ist eine uneingeschränkte Sicht möglich. Das Display ist jedoch nicht transparent, sodass in diesem Teil des Sichtfeldes ausschließlich virtuelle Zusatzinformationen wahrgenommen werden können. Derartige

Datenbrillen werden zum Beispiel an Kommissionierarbeitsplätzen („Pick-by-Vision“) eingesetzt.

### Binokulare „See-Through“-Datenbrille

Die Datenbrille (siehe Abbildung 2) projiziert virtuelle Informationen vor beide Augen, gleichzeitig kann aber die Realität im Hintergrund wahrgenommen werden. Diese Datenbrillen können im gesamten Sichtfeld des Nutzers und der Nutzerin virtuelle Informationen/Bilder einblenden.

### Binokulare geschlossene VR-Brille, Head-Mounted-Display (HMD)

Das HMD (siehe Abbildung 3) ist ein Anzeigesystem, bei dem Informationen über Arbeitsplätze ausschließlich als virtuelle Realität (VR) in das Sichtfeld des Nutzers und der Nutzerin projiziert werden. So können sie in die virtuelle Arbeitswelt eintreten und mit dieser interagieren. Dieser Datenbrillentyp eignet sich insbesondere zur Analyse und Gestaltung von Arbeitsmitteln und Arbeitsprozessen, zur Visualisierung bei der Entwicklung von Prototypen sowie zum virtuellen Verhaltenstraining in gefährdenden Arbeitssituationen.

Die Nutzenden können prinzipiell haptisch durch Stellteile sowie durch Sprache, Gesten oder externe Geräte/Sensoren mit Datenbrillen interagieren.

Datenbrillen werden zunehmend in der betrieblichen Praxis eingesetzt, um zum Beispiel

- Beschäftigte bei besonderen Aufgabensituationen zu unterstützen (Beispiel: Informationsaustausch für Ferndiagnosen bei schwer zugänglichen Arbeitsstätten, etwa auf Offshore Windkraftanlagen),

## Autoren

### Michael Bretschneider-Hagemes

Informationstechnologie  
Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA)  
E-Mail: michael.bretschneider-hagemes@dguv.de

### Prof. Dr. Rolf Ellegast

Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA)  
E-Mail: rolf.ellegast@dguv.de

### Dr. Peter Nickel

Neue Technologien, Mensch und Technik  
Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA)  
E-Mail: peter.nickel@dguv.de

### Daniel Friemert

Fachbereich Mathematik und Technik  
Hochschule Koblenz –  
RheinAhrCampus Remagen  
E-Mail: friemert@rheinahrcampus.de

### Prof. Dr. Ulrich Hartmann

Fachbereich Mathematik und Technik  
Hochschule Koblenz –  
RheinAhrCampus Remagen  
E-Mail: hartmann@rheinahrcampus.de

## „Mit Datenbrillen und HMDs werden zukünftige Arbeitsplätze simuliert und gefährliche Arbeitssituationen nachgestellt und untersucht, um heute die Prävention von morgen zu gestalten.“

- den Prozess der Aufgabenbearbeitung für die Beschäftigten zu strukturieren und zu überwachen (zum Beispiel durch „Pick-by-Vision“ in der Logistik),
- Beschäftigte bei der Aufgabenbearbeitung anzuleiten und zu informieren (zum Beispiel Übermittlung von Instruktionen, Meldungen oder Anweisungen),
- virtuelle Arbeitswelten zu simulieren, um zukünftige Arbeitsmittel zu gestalten oder Arbeitsabläufe zu trainieren.

Aus diesem Anwendungsspektrum bearbeitet das IFA derzeit gemeinsam mit Hochschulpartnern verschiedene Datenbrillen-Projekte:

### Sichere Inbetriebnahme von Flurförderzeugen

In diesem Projekt werden Anwendungen für eine Datenbrille entwickelt und eingesetzt, mit denen Gabelstapler bei der jeweiligen Verwendung systematisch in Augenschein genommen sowie gegebenenfalls auf offensichtliche Mängel und Funktionseinschränkungen kontrolliert werden können. Die Inbetriebnahme von Flur-

### „Können Checklisten digitalisiert reproduziert werden und die Ergebnisse in Echtzeit an die Sicherheitsfachkraft spiegeln?“

förderzeugen setzt die Durchführung eines Sicherheitschecks voraus. Dieser wird durch Checklisten dokumentiert, die konventionell auf einem Klemmbrett durch die Beschäftigten mitgeführt werden. Die Prüfung bezieht sich auf äußerlich ersichtliche Gefahrenquellen wie zum Beispiel einen zu geringen Reifendruck. Problematisch hieran ist, dass die analog geführten Checklisten meist nicht digitalisiert vorliegen und die Sicherheitsfachkraft oder

das Instandhaltungspersonal gegebenenfalls zu spät über Schäden informiert wird. Im Rahmen einer Datenbrillen-Anwendung soll daher geprüft werden, ob sich derartige Checklisten digital reproduzieren und die Ergebnisse des Checks möglichst in Echtzeit an die relevanten Beteiligten spiegeln lassen. Die Kommunikation soll bidirektional ermöglicht werden, um eine computervermittelte Kommunikation zwischen den Beteiligten zu ermöglichen. Gefährdungslagen durch festgestellte Schäden am Fahrzeug, die nicht zeitnah die zuständigen Personen erreichen, sollen so abgestellt werden.

### Arbeiten mit und ohne Datenbrille an einem Kommissionierarbeitsplatz

In einem Kooperationsprojekt mit dem RheinAhrCampus der Hochschule Koblenz werden physiologische Auswirkungen und Akzeptanz beim Einsatz von Datenbrillen an einem Kommissionierarbeitsplatz untersucht.<sup>1</sup> Im Rahmen des Projekts sollen Veränderungen von Bewegungs- und Belastungsmustern, die

auf den Einsatz von Datenbrillen zurückzuführen sind, am Beispiel eines Kommissionierarbeitsplatzes messtechnisch analysiert und ergonomisch bewertet werden. Gleichzeitig sollen die Akzeptanz und das subjektive Belastungs- und Beanspruchungsempfinden von Beschäftigten an Kommissionierarbeitsplätzen mit einbezogen werden. Die Untersuchungen werden sowohl im Labor unter standardisierten Tätigkeitsbedingungen als auch in der betrieblichen Praxis durchgeführt.

### Biofeedbacksystem für arbeitsbezogene Muskel-Skelett-Belastungen – CUELA Brillenmonitor

Seit Jahren setzt das IFA das CUELA-Messsystem<sup>2</sup> zur Erfassung und Analyse arbeitsbezogener Muskel-Skelett-Belastungen in der betrieblichen Praxis ein. Eine spezifische Variante des CUELA-Messsystems ist der CUELA-Rückenmonitor<sup>3</sup>, der eine Online-Darstellung von Wirbelsäulenbelastungen bei der Ausführung von Tätigkeiten ermöglicht. Damit sollen Be-



Abbildung 1: Monokulare geschlossene Datenbrille



Abbildung 2: Binokulare „See-Through“-Datenbrille



Abbildung 3: Binokulare geschlossene VR-Brille, Head-Mounted-Display (HMD)

schäftigte für das Thema rückenbelastende Tätigkeiten sensibilisiert werden. In einem Kooperationsprojekt mit der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg und dem Rhein-AhrCampus wird nun ein personengetragenes Biofeedbacksystem für ungünstige Muskel-Skelett-Belastungen entwickelt, der CUELA- Brillenmonitor. Dabei kommt eine Datenbrille zum Einsatz, die mit Miniatur-Inertialsensoren kommuniziert, die an der oder dem Beschäftigten angebracht sind. Muskel-Skelett-Belastungen können ihnen auf diese Weise in Echtzeit visualisiert werden und es lassen sich hieraus Empfehlungen für eine gesundheitsorientiertere Arbeitsweise ableiten.

### Einsatz von Datenbrillen und HMDs in Projekten zu Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit im Arbeitsschutz

Mit Datenbrillen und HMDs werden zukünftige Arbeitsplätze simuliert und gefährliche Arbeitssituationen nachgestellt und untersucht. Im SUTAVE-Labor mit Großprojektionen von virtuellen und gemischten Welten werden ergänzend oder parallel HMDs genutzt, um heute die Prävention von morgen zu gestalten.<sup>4</sup> Ein Beispiel hierzu ist das Projekt zur Berücksichtigung des Arbeitsschutzes bei der Standardisierung von Schiffsschleusen.<sup>5</sup> Die Arbeitsschutzbeurteilungen erfolgen hier durch mehrere Personen. Für besondere Arbeitsprozesse wie etwa Instandhaltungsarbeiten an den Dichtungen von Schleusentoren werden zusätz-

lich HMDs beziehungsweise VR-Brillen eingesetzt. Hierdurch können sehr vielseitige Arbeitsbewegungen der Personen angezeigt und potenzielle Schadstellen aus geringer Entfernung und im Detail überprüft werden.

### „Bei allen Anwendungen sollten Arbeitsschutzaspekte beim Einsatz von Datenbrillen berücksichtigt werden.“

In einem weiteren Projekt zur rückschauenden Unfallanalyse mit Hubarbeitsbühnen werden HMDs als Datenbrillen dann eingesetzt, wenn eine Rundumsicht zur Bewertung von Risiken und Gefährdungen erforderlich wird. Für Unfallanalysen durch mehrere Personen, die verschiedene Arbeitsbereiche in einer Industriehalle berücksichtigen, sind dann Projektionen gemischter Welten („Mixed and Augmented Reality“) auf Leinwand oder Großbildschirm besser geeignet.<sup>6</sup>

### Ausblick

Die derzeit laufenden IFA-Projekte verdeutlichen die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten von Datenbrillen in der Arbeitswelt. Bei allen Anwendungen sowohl zur Gestaltung von Arbeitsprozessen als auch in der betrieblichen Praxis sollten Arbeitsschutzaspekte sowie physische und informatorische Belastungen beim

Einsatz von Datenbrillen berücksichtigt werden. Aus den Ergebnissen der Projekte werden hierzu konkrete Empfehlungen zum Einsatz von Datenbrillen abgeleitet werden. ●

### Fußnoten

[1] Friemert D.; Ellegast R.; Hartmann U.: Data Glasses for Picking Workplaces: Impact on Physical Workloads. F.F.-H. Nah and C.-H. Tan (Eds.): HCIBGO 2016, Part II, LNCS 9752, DOI: 10.1007/978-3-319-39399-5\_27, Springer Verlag. 2016, S. 281–289

[2] Ellegast, R. P.; Hermanns, I.; Schiefer, C.: Feldmesssystem CUELA zur Langzeiterfassung und -analyse von Bewegungen an Arbeitsplätzen. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft 64 (2010) Nr. 2, S. 101–110

[3] CUELA-Messsystem und Rückenmonitor, www.dguv.de (Webcode: d5128), (Stand: 2.9.2016)

[4] Safety and Usability through Applications in Virtual Environments (SUTAVE), www.dguv.de (Webcode: d957219), (Stand: 2.9.2016)

[5] Arbeitsschutz bei der Standardisierung von Schiffsschleusen mithilfe virtueller Realität, Projekt-Nr. IFA 5135, www.dguv.de (Webcode: dp98689), (Stand: 2.9.2016)

[6] Nickel, P; Lungfiel, A.; Hauke, M. et al: Virtuelle Realität im Arbeitsschutz für mehr Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit. In: Technische Sicherheit 1 (2011) Nr. 4, S. 43–47