

## **Bewertung physischer Belastungen in virtueller Realität zur konzipierenden Arbeitsgestaltung**

Robin GRIEßEL<sup>1</sup>, Britta WEBER<sup>1</sup>, Benjamin WEYERS<sup>2</sup>

*<sup>1</sup> Institut für Arbeitsschutz, DGUV e.V.,  
Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin*

*<sup>2</sup> Human-Computer Interaction,  
Fachbereich IV Informatikwissenschaften, Universität Trier,  
Universitätsring 15, D-54296 Trier*

**Kurzfassung:** Durch gestraffte Produktionsplanungs- und -steuerungsprozesse (PPS) und die damit verbundene digitale Konzeption von Arbeitsplätzen (AP) existieren häufig exakte Kopien von APen im digitalen Raum, sogenannte Digital Twins. Diese ermöglichen theoretisch eine Umsetzung ohne physische Prototypen, womit aber auch die Möglichkeit entfällt, den AP unter nahezu realen Bedingungen hinsichtlich ergonomischer Aspekte (bspw. als Gefährdungsbeurteilung (GBU)) zu testen. Werkzeuge, die eine simulierte Annäherung der Bewegungsabläufe nutzen, können Abhilfe schaffen. Diese nutzen jedoch in der Regel beobachtungs-basierte Bewertungsverfahren zur GBU. Virtuelle Realität (VR), mit der Möglichkeit zur Interaktion am Digital Twin, in Kombination mit Motion Capture (MoCap) ermöglichen auch kontinuierliche Daten eines Bewegungsablaufes für messwertbasierte Bewertungsverfahren zu nutzen.

Viele Studien widmen sich möglichen negativen Auswirkungen beim Einsatz von VR und der Minimierung bzw. Verhinderung dieser. Weiterhin untersuchen viele Studien die Einsatzmöglichkeiten von VR im Bereich der Psychologie. Untersuchungen zum Einsatz von VR in der Arbeitswissenschaft haben häufig die Unfallverhütung im Fokus und beschäftigen sich bislang selten mit Ergonomiebewertung am Arbeitsplatz.

Um einen Überblick darüber zu bekommen, wie und wofür VR-Techniken in der Arbeitsplatzplanung und der GBU eingesetzt werden, und welche wissenschaftlichen Erkenntnisse Untersuchungen ergeben haben, wurde zunächst ein systematisches Literaturreview gemäß Tranfield et al. und dem „Clearinghouse of Systematic Reviews“ von PEROSH durchgeführt. Dafür wurden mehrere einschlägige Datenbanken mit Schlagworten zu VR in Kombination mit GBU/Ergonomie durchsucht. Eingeschlossen wurden nur Artikel in deutscher und englischer Sprache, die in den letzten 10 Jahren erschienen sind. Über 3.500 Artikel durchliefen den Screening-Prozess, welcher 19 relevante Artikel identifizierte. Die inkludierten Artikel lassen sich in zwei Kategorien einteilen: (1) Allgemeine Beschreibungen von Ergonomie-Methoden in VR und (2) Vergleich der Anwendung von Ergonomie-Methoden in realen und virtuellen Umgebungen. Die Studien wurden jeweils charakterisiert hinsichtlich der verwendeten Hardware, der anwendenden Industriezweige, der möglichen Interaktionsarten (Working, Observing und Designing), des angewandten Studiendesigns sowie der eingesetzten ergonomischen Metriken.

Die Autoren der Studien, in denen Ergonomie-Methoden in realen und in

virtuellen Umgebungen angewendet und verglichen haben, kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich des Einsatzes von VR für die GBU: Die Autoren sind sich einig, dass VR ein geeignetes Werkzeug zur Durchführung von GBU darstellt. Bei genauer Betrachtung bspw. Bestimmter Gelenkwinkel oder GBU-Scores gibt es jedoch sowohl übereinstimmende als auch abweichende Ergebnisse, sodass sich keine allgemeine Aussage tätigen lässt. Vor dem Hintergrund dieser Erkenntnisse aus der Literaturrecherche und der Tatsache, dass eine GBU in VR umso valider ist, je exakter die Bewegungsabläufe denen in Real Environments (RE) entsprechen, ist eine reale Bewegungsausführung Voraussetzung für eine korrekte GBU.

Daher sollen in Hinblick auf den Einsatz von VR für GBU im Rahmen von Laboruntersuchungen folgende vier Forschungsfragen beantwortet werden:

R1: Gibt es bei der Ausübung von Tätigkeiten in RE & VR Unterschiede in der Bewegungsausführung?

R2: Welche für die GBU relevanten biomechanischen Parameter können von Unterschieden in der Bewegungsausführung betroffen sein?

R3: Haben die Unterschiede einen Einfluss auf die GBU mittels messwert-basiertem Bewertungsansatz (MBB)?

R4: Ergeben sich daraus Konsequenzen für die Wahl geeigneter GBU-Verfahren in VR?

Für die Laboruntersuchungen sollen verschiedene Tätigkeiten mit den Belastungsschwerpunkten unterer Rücken und Schulter-Arm-Region in einem Parcours ähnlichen Aufbau von den Partizipierenden (Anzahl gemäß Power-Analyse) sowohl in RE als auch in VR (am Digital Twin des Aufbaus) absolviert werden. Die Bewegungsabläufe werden dabei mittels eines Inertial-MoCap-Systems aufgezeichnet und durch die Software CUELA ausgewertet. Sowohl die biomechanischen Bewegungsdaten als auch die Metriken der GBU sollen gemäß obiger Beschreibung miteinander verglichen werden. Zusätzlich zu diesen objektiven Kriterien sollen subjektive Faktoren, wie die Akzeptanz und Bewertung des Aufbaus mittels Fragebogen erfasst werden.

**Schlüsselwörter:** Virtual Reality, Gefährdungsbeurteilung, Bewegungsausführung, Digital Twin, Motion Capture



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

## Nachhaltig Arbeiten und Lernen

**Analyse und Gestaltung lernförderlicher  
und nachhaltiger Arbeitssysteme  
und Arbeits- und Lernprozesse**

69. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

01. – 03. März 2023

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 69. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 01. – 03. März 2023**

**Fakultät Maschinenbau, Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik (IBM) und  
Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA), Leibniz Universität Hannover**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Sankt Augustin: GfA-Press, 2023  
ISBN 978-3-936804-32-4

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© GfA-Press, Sankt Augustin

**Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast**

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.

### **Geschäftsstelle der GfA**

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003

Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

[info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](mailto:info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de) · [www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](http://www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de)

### **Screen design und Umsetzung**

© 2023 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)