

Virtual-Reality-Potenziale für die Ergonomieeinschätzung von Maschinen und Anlagen durch den Konstrukteur in kleinen und mittleren Unternehmen

Inga-Lisa HILGERS¹, Tobias GÜNTHER²

¹ *CIMTT Zentrum für Produktionstechnik und Organisation,
Technische Universität Dresden, Helmholtzstraße 7a, D-01069 Dresden*

² *Professur für Mediengestaltung, Technische Universität Dresden
Nöthnitzer Straße 46, D-01187 Dresden*

Kurzfassung: Die Berücksichtigung der Ergonomie bei der Entwicklung von Maschinen und Anlagen findet in kleinen und mittleren Unternehmen aufgrund fehlender Ressourcen häufig wenig Beachtung. Im beschriebenen Konzept wird eine Virtual-Reality-Assistenz vorgestellt, die eine kostengünstige und schnelle Ergonomieeinschätzung zur Verfügung stellen soll. Interaktives Explorieren aus Sicht eines Maschinenbedieners ermöglicht es, die ergonomischen Anforderungen immersiv nachzuvollziehen.

Schlüsselwörter: Virtual Reality, Ergonomie, Assistenz, KMU

1. Einleitung

Im Entwicklungsprozess von Maschinen und Anlagen bestehen insbesondere in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) Defizite bei der Ergonomiebewertung. Die unübersichtliche, teils widersprüchliche, nicht einheitliche Form der Darstellung verschiedener Anforderungen erschwert die tägliche Arbeit des Konstrukteurs (Merkel & Schmauder 2012). Obwohl die Berücksichtigung ergonomischer Anforderungen seitens der Maschinenrichtlinie gesetzlich gefordert wird, gibt es nur wenige praktische Hilfestellungen für deren Umsetzung (Neudörfer 2018). Weiterhin sind in kleinen Firmen in den seltensten Fällen Ergonomieexperten verfügbar, sodass die Ergonomiebewertung direkt durch den Konstrukteur erfolgen muss (Merkel & Schmauder 2012).

Digitale Menschmodelle für die ergonomische Produkt- und Prozessgestaltung finden in vielen Bereichen Anwendung. Mit ihrer Hilfe können z.B. Sicht-, Erreichbarkeits-, Haltungs- sowie Kraftanalysen am virtuellen Produkt durchgeführt und visualisiert werden (Mühlstedt 2016). Der Einsatz erfolgt jedoch vorrangig in großen Unternehmen, z.B. in der Automobil- oder Luftfahrtindustrie, und akademischen Einrichtungen (Mühlstedt 2012). Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass für die Erstellung und Durchführung der virtuellen Simulation ein hoher Zeitaufwand notwendig, häufig ergonomisches Fachwissen erforderlich und selten eine intuitive Nutzung der Systeme möglich ist (ebd.). Zudem sind die hohen Anschaffungs- und Betriebskosten (z.B. für die Schulung des Personals) der Systeme insbesondere für KMUs häufig nicht realisierbar (Wischniewski 2013).

Virtual Reality (VR) bietet intuitive Bedienkonzepte und neue Möglichkeiten der virtuellen Simulation. VR ist ein Medium, welches die Sinne des Nutzers überlagert. Durch diese sensorischen Rückmeldungen nimmt der Nutzer eine virtuelle Umgebung in ähnlicher Weise wahr wie die reale. Das System reagiert in Echtzeit auf

Interaktionen, sodass ein unmittelbares Feedback vermittelt wird. Ein wichtiges Ziel ist dabei die Immersion des Nutzers, d.h. die Erzeugung des Gefühls, sich in der virtuellen Umgebung zu befinden bzw. involviert zu sein. (Sherman & Craig 2002)

VR bietet dem Nutzer die Möglichkeit, den virtuellen Prototypen eines Produktes in der frühen Phase der Produktentstehung einer Ergonomiebewertung zu unterziehen sowie gezielt Varianten zu vergleichen. Dadurch können kostenintensive Änderungen im Nachhinein vermieden werden. (Bordegoni 2011) Der Konstrukteur kann von der realitätsnahen und maßstäblichen Darstellung des Produktes in der VR profitieren (Rizzi 2011). Zudem kann das räumliche Vorstellungsvermögen trainiert werden (Dünser et al. 2006), was vermuten lässt, dass die Ergonomiebewertung eher nachvollzogen und als Grundlage für neue Gestaltungsideen herangezogen werden kann.

Die Durchführung einer Ergonomieuntersuchung in der VR kann über verschiedene Ausgabemedien erfolgen. Zu den etablierten Systemen zählen bspw. Head-Mounted Displays (HMDs) und CAVE-Systeme (Colombo et al. 2000; Steck et al. 2008; Deisinger et al. 2000). Letztere sind mit hohen Kosten und einem hohem Komplexitätsgrad verbunden. Da für den Einsatz zudem ein hoher Flächenbedarf sowie Wartungsaufwand erforderlich ist, sind diese Systeme kaum für KMU geeignet. Die Anschaffung und der Betrieb von HMDs ist mit vergleichsweise geringen Kosten verbunden. Auch hinsichtlich des benötigten Raumes ergeben sich Vorteile.

Auch digitale Menschmodelle können für die immersive Ergonomiebewertung in einer VR-Umgebung genutzt werden. Im Gegensatz zur Verwendung am Desktop-PC kann der Zeitaufwand für die Erstellung der Bewegungssimulation des digitalen Menschmodells verkürzt werden (Hoffmann et al. 2007). Die Bedienung erfolgt interaktiv, indem der Nutzer etwa den Arm des Modells mittels Controller in die gewünschte Position verschiebt (ebd.). Jedoch bleiben Hemmnisse, wie hohe Anschaffungskosten der Software und erforderliches Expertenwissen, weiterhin bestehen.

Alternativ kann durch einen Experten unmittelbar in der VR eine Ergonomieuntersuchung am virtuellen Produkt durchgeführt werden. Fehlende Assistenz durch das System bzw. das für eine eigenständige Ergonomiebewertung durch den Nutzer erforderliche Expertenwissen sind jedoch Barrieren für die anvisierte Zielgruppe.

2. VR-Assistenz für den Konstrukteur im KMU

Unter Beachtung der erwähnten Aspekte und der genannten Zielgruppe, soll ein kostengünstiges, technisch einfaches und intuitiv bedienbares VR-Assistenzsystem zur Ergonomieeinschätzung und zur Vermittlung von Ergonomie-Wissen am direkten Anwendungsfall konzipiert werden. Das nachfolgend vorgestellte Konzept wird im Rahmen eines Verbundprojektes (InnoTeam „Smarte Werkbank“) umgesetzt.

Um die Inhalte der Ergonomieuntersuchung vor allem für Personen ohne Expertenwissen auf dem Gebiet der Ergonomie handhabbar zu machen, ist eine selektierte und transparente Darstellung der zugrundeliegenden ergonomischen Anforderungen erforderlich. Dadurch werden dem Nutzer der VR-Assistenz Anforderungen nachvollziehbar und leicht memorierbar dargeboten, was zu einer Förderung des Lerneffekts beiträgt. Durch unmittelbares Feedback soll der Nutzer der VR-Assistenz eine Aussage bezüglich der Maschinen- bzw. Anlagengestaltung unter Gesichtspunkten der Ergonomie erhalten. Durch die Verwendung der Egoperspektive in der VR wird ein hoher Immersionsgrad erzielt, da der Nutzer die Rolle des späteren Maschinenbedieners einnimmt. Damit die VR-Assistenz durch die Zielgruppe genutzt wird, ist es erforderlich, dass eine schnelle und intuitive Bedienung ermöglicht wird (Schönitz et

al. 2019). Dazu zählt, dass einzelne Bedienschritte und deren Auswirkungen verständlich gestaltet sind. Die softwareseitige Umsetzung der VR-Assistenz in Form einer Open-Source-Anwendung reduziert die Anschaffungskosten für die Nutzung des Systems auf die technische Ausrüstung mit HMDs.

3. Konzept der VR-Assistenz – „Verständnis schaffen durch Immersion“

Die VR-Assistenz verfolgt einen nutzerzentrierten Ansatz und stellt zielgruppenspezifische Assistenzen bereit, um bereits in der Produktentstehung die Anforderungen der Ergonomie zu berücksichtigen. Schon erste Vorentwürfe und dabei entstandene CAD-Daten der Maschine bzw. Anlage werden sich über eine Schnittstelle maßstäblich in die VR-Umgebung übertragen lassen. Neben der Darstellung der Konstruktion in einem leeren Raum wird es auch die Option geben, Umgebungen in Form von Fabrikhallen oder Kundenmodellen zu laden, welche die späteren Aufstellungsbedingungen widerspiegeln. Die VR-Assistenz zur Ergonomieeinschätzung wird über drei Modi verfügen: den Initialisierungsmodus, den Prüfmodus und den Lernmodus.

Die Grundvoraussetzung für eine sachgemäße Anwendung der VR-Assistenz ist, dass der Nutzer sich so an der Maschine bzw. Anlage verhält und bewegt, wie es im späteren Einsatz durch den Maschinenbediener zu erwarten ist. Das heißt z.B., dass der Nutzer die Körperhaltungen einnimmt, die durch den späteren Bediener eingenommen würden. Der Nutzer der Assistenz muss also in der Lage sein, sich in den Maschinenbediener hineinzusetzen. Gleichzeitig erfährt er dadurch am „eigenen Leib“ die Auswirkungen der Produktgestaltung.

Mittels der VR-Assistenz sollen verschiedene Ergonomieuntersuchungen durchgeführt werden können. In einer ersten Umsetzung umfasst dies Sichtanalysen, Analysen von Greifräumen sowie von Zugangsöffnungen. Als Grundlage der Analysen dienen die Anforderungen nach Maschinenrichtlinie mit den zugehörigen harmonisierten Normen und die darin aufgeführten ergonomischen Anforderungen. Nachfolgend wird die Konzeption der VR-Assistenz am Beispiel der Sichtanalyse vorgestellt.

3.1 Initialisierungsmodus

Im Initialisierungsmodus werden die Randbedingungen für die Ergonomieeinschätzung festgelegt. Dies umfasst im ersten Schritt die Auswahl der relevanten Teile der Maschine bzw. Anlage. Der Konstrukteur bewegt sich dafür im virtuellen Raum um die Maschine bzw. Anlage und markiert schrittweise mit einem Controller die zu untersuchenden Objekte - im Folgenden Points-of-Interest (POIs) genannt. Die POIs werden anschließend jeweils den Klassen *Displays*, *Greifräume* und *Zugangsöffnungen* zugeordnet. Alternativ wird es möglich sein, Bereiche manuell zu markieren, indem weitere POIs in die virtuelle Umgebung gesetzt werden.

Für die Fertigstellung der Initialisierung ist es notwendig dem System Eigenschaften der POIs in Form von Attributen zu übermitteln. *Primärattribute* müssen eingegeben werden, damit die Prüf-Assistenz Entscheidungen treffen kann. Bspw. ist bei der Betrachtung von Displays von der vorrangigen Aufgabe des Maschinenbedieners (Überwachungs- oder Entdeckungsaufgabe) auszugehen, damit die entsprechenden ergonomischen Anforderungen zugeordnet werden können. *Sekundärattribute* sind dagegen weitere Informationen, die die Analyse präzisieren, jedoch für eine grobe Einschätzung nicht notwendig sind (z.B. Häufigkeit der auszuführenden Aufgabe). Sie können bei Bedarf jederzeit ergänzt werden, um genauere Ergebnisse zu erzie-

len. Sollte der Nutzer Informationen bezüglich der Attribute, also z.B. der Unterscheidung zwischen Überwachungs- und Entdeckungsaufgabe benötigen, ist ein Wechsel in den Lernmodus jederzeit möglich.

Benötigt der Konstrukteur Hilfe bei der Auswahl der ergonomisch relevanten Maschinenteile, kann er sich durch eine Assistenz beim Initialisierungsprozess leiten lassen. Der Nutzer wird nun nach dem Vorhandensein bestimmter Objektklassen gefragt, die durch nachvollziehbare Beispiele illustriert werden. Die Auswahl der POIs erfolgt wiederum interaktiv durch Auswahl entsprechender Elemente.

3.2 Prüfmodus

Der Prüfmodus ermöglicht die eigentliche Ergonomieuntersuchung. Er stellt dem Nutzer eine Hilfe zur schnellen Überprüfung von ergonomischen Anforderungen nach Maschinenrichtlinie zur Verfügung. Weiterhin kann dieser Modus für Gespräche mit dem Kunden und interne Abstimmungen genutzt werden. Die immersive Darstellung der Maschine bzw. Anlage vereinfacht das kontextuale Verständnis und die interdisziplinäre Kommunikation (Müller et al. 2016).

Sind die verschiedenen POIs der Maschine bzw. Anlage den Klassen zugeordnet und mit Primärattributen versehen, so können diese im Prüfmodus hinsichtlich der Einhaltung der ergonomischen Anforderungen überprüft werden. Dazu wählt der Nutzer zunächst die zu untersuchende Zielpopulation (z.B. Deutschland) und damit die für die Ergonomieuntersuchung anzuwendenden anthropometrischen Maße aus.

Die POIs der Maschine bzw. Anlage, die für eine Prüfung initial festgelegt wurden, sind nun farblich hervorgehoben. Eine mögliche Farbcodierung stellt das Ampel-System dar: Rote POIs stehen für unergonomische Bedingungen; gelbe POIs können unter bestimmten Voraussetzungen ergonomisch sein, erfordern aber eine genauere Betrachtung (z.B. der Sekundärattribute); grüne POIs sind bereits hinsichtlich der ausgewählten Primärattribute ergonomisch.

Diese Auswertung der ergonomischen Eigenschaften eines Maschinenteils bezieht sich immer auf den aktuellen Standort und die Blickrichtung des Maschinenbedieners. Soll bspw. ein Display untersucht werden, stellt sich der Nutzer ungefähr in den Bereich, in dem der spätere Bediener bei einer Betrachtung des Displays stehen würde und exploriert in natürlicher Weise die Umgebung. Bleibt der betrachtete POI während der Exploration des Nutzers grün, ist das Display als ergonomisch einzustufen. Verändert es die Farbe, ist mit ergonomischen Einschränkungen zu rechnen. So lassen sich für den Konstrukteur leicht nachvollziehbare Bereiche ermitteln, in denen ein Objekt den ergonomischen Anforderungen genügt. Wird das Display auch dann nicht grün, wenn sich der Konstrukteur in der natürlichen Umgebung des Maschinenbedieners befindet, dann ist eine Umkonstruktion notwendig. Wird das Display gelb, können Sekundärattribute untersucht werden, um eine geeignete Lösung zu finden.

Die Nachahmung des Verhaltens des zukünftigen Maschinenbedieners ist ein integraler Bestandteil des Assistenzsystems. Die Idee zielt darauf ab, leicht und intuitiv ausführbare Handlungen durch den Nutzer durchführen zu lassen (Exploration). Im Gegensatz zu digitalen Menschmodellen können Körperhaltungen und Blickrichtungen somit effizient und mit unmittelbarer Rückmeldung überprüft werden. Der Konstrukteur nimmt die Haltungen selbst ein und muss nicht umständlich ein Modell anpassen. Dies bedarf eines sorgfältigen Briefings des Konstrukteurs, damit jener seine Rolle bei der Verwendung des Systems versteht. Hierfür sind Tutorials geplant, die durch Avatare beispielhafte Situationen der Ergonomieeinschätzung nachvollziehbar darstellen und Handlungsempfehlungen vermitteln. Die eigentliche Ergono-

mie-Assistenz wertet im Hintergrund laufend die Positionen, Abstände und Haltungen des Nutzers aus und gleicht diese mit den Vorgaben ab, um schließlich eine Einstufung hinsichtlich der ergonomischen Gegebenheiten der POIs abzuleiten. Die Einstufungen werden durch die Farbcodierung dargestellt und in Echtzeit aktualisiert.

Um den Nutzer bei der Explorationsaufgabe nicht zu überfordern, sind weitere Assistenzen geplant. Das Einnehmen unergonomischer Körperhaltungen soll vermieden werden. Falls sich der Konstrukteur z.B. verrenkt, um ein Display zu lesen, und dabei eine unangenehme Körperhaltung einnimmt, kann ihn das System unterstützen und Hinweise zur Vermeidung darstellen. Das Überstrecken des Kopfes würde durch die ungewöhnliche Lage des HMDs auffallen. Um den Nutzer auf den Zustand hinzuweisen, könnte sich das komplette Bild rötlich verfärben. Unterstützung ist hier vor allem bei Körperhalten nötig, die auf Dauer unergonomisch sind und die der Nutzer versehentlich kurzzeitig einnimmt. Sollen auch Haltungen einzelner Gliedmaßen und spezifischer Körperteile analysiert werden, ist ein erhöhter Tracking- und Auswertungsaufwand notwendig. Eine wichtige Aufgabe ist wiederum das Briefing des Nutzers, welches ihn dazu veranlasst, unergonomische Haltungen zu vermeiden. Eine weitere Hilfe stellt der Lernmodus dar, in den der Nutzer jederzeit wechseln kann, um Informationen zu den Prüfergebnissen zu erhalten.

3.3 Lernmodus

Mittels Lernmodus wird dem Nutzer die Möglichkeit zur Verfügung gestellt, sich über die der Ergonomieeinschätzung zugrundeliegenden Anforderungen zu informieren und sie immersiv nachzuempfinden. Dafür werden die Einstufungsmaßstäbe offengelegt. Wird z.B. ein Display mit roter Farbe als unergonomisch markiert, kann der Nutzer der VR-Assistenz durch Aktivierung des Lernmodus nachvollziehen, welche Gründe das hat. Dafür wird er in die Lage des für die ergonomische Einschätzung verwendeten Perzentils versetzt: dem Nutzer wird die Perspektive dieser Personengröße dargeboten. Der „Cone of Experience“ zeigt, dass Lernende sich eher an Inhalte erinnern können, wenn sie Szenarien selbst erleben und in multisensorisch unterstützten Lernumgebungen nachempfinden (Vedhara et al. 2000). Folglich unterstützt die Darstellung der Egoperspektive im Vergleich zur exozentrischen Darstellung eines digitalen Menschmodells den Lernprozess des Nutzers.

Gleichzeitig wird durch die Assistenz eine kurze Erläuterung über die zugehörigen Einstufungsmaßstäbe gegeben. Dies kann frei wählbar über den visuellen oder den auditiven Kanal erfolgen. Neben den anthropometrischen werden auch andere ergonomische Anforderungen offengelegt. Bei der Analyse eines Displays zählen dazu z.B. das Gesichtsfeld, die Sehachse sowie die Sehentfernung.

4. Zusammenfassung

Die vorgestellte VR-Assistenz bietet Konstrukteuren in KMU eine Möglichkeit, ergonomische Anforderungen bereits in der frühen Phase der Maschinenentwicklung schnell durch eine einfache und kostengünstige technische Lösung zu überprüfen. Die immersive und lernförderliche VR-Assistenz wirkt sich auch auf nachfolgende Projekte des Konstrukteurs aus, denn die gewonnenen Erkenntnisse können darauf übertragen werden. Die Realisierung der VR-Assistenz als Open-Source-Lösung lässt eine individuelle Anpassung und Erweiterung des Systems zu. Auch die Nut-

zung für weitere Anwendungsfälle, wie z.B. die Überprüfung der Beleuchtungsverhältnisse ist denkbar.

5. Literatur

- Bordegoni M (2011) Product Virtualization: An Effective Method for the Evaluation of Concept Design of New Products. In: Bordegoni M (Ed) Innovation in Product Design: From CAD to Virtual Prototyping. London, Heidelberg: Springer, 117-141.
- Colombo G, De Angelis F, Formentini L (2010) Integration of virtual reality and haptics to carry out ergonomic tests on virtual control boards. *International Journal of Product Development - Int J Prod Dev.* 11(1/2), 47-61.
- Deisinger J, Breining R, Rößler A (2000) ERGONAUT: A Tool for Ergonomic Analyses in Virtual Environments. In: Mulder J, van Liere R (eds) *Virtual Environments 2000*. Eurographics. Vienna: Springer, 167-176.
- Dünser A, Steinbügl K, Kaufmann H, Glück J (2006) Virtual and augmented reality as spatial ability training tools. In: *Proceedings of the 7th ACM SIGCHI New Zealand chapter's international conference on Computer-human interaction: design centered HCI*, ACM, 125-132.
- Hoffmann H, Schirra R, Westner P, Meinken K, Dangelmaier M (2007) iTeach: Ergonomic Evaluation Using Avatars in Immersive Environments. In: Stephanidis C. (ed) *Universal Access in Human Computer Interaction. Coping with Diversity*. UAHCI 2007. Lecture Notes in Computer Science, vol 4554. Berlin, Heidelberg: Springer, 365-373.
- Merkel T, Schmauder M (2012) *Ergonomisch und normgerecht konstruieren: Handlungsleitfaden zur Anwendung von Richtlinien und Normen in der ergonomischen Produktgestaltung*. Berlin: Beuth.
- Mühlstedt J (2012) *Entwicklung eines Modells dynamisch-muskulärer Arbeitsbeanspruchungen auf Basis digitaler Menschmodelle*. Chemnitz: Universitätsverlag Chemnitz, Dissertation.
- Mühlstedt J (2016) *Digitale Menschmodelle*. In: Bullinger-Hoffmann AC, Mühlstedt J (Hrsg) *Homo Sapiens Digitalis - Virtuelle Ergonomie und digitale Menschmodelle*. Wiesbaden: Springer Vieweg, 73-182.
- Müller M, Günther T, Kammer D, Wojdziak J, Lorenz S, Groh R (2016) Smart Prototyping - Improving the Evaluation of Design Concepts Using Virtual Reality. In: Lackey S, Shumaker R (eds) *Virtual, Augmented and Mixed Reality*. VAMR 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol 9740. Cham: Springer, 47-58.
- Neudörfer A (2018) *Sicherheitsgerechte Maschinen*. In: Rieg F, Steinhilper R (Hrsg) *Handbuch Konstruktion*. München: Hanser, 551-582.
- Rizzi C (2011) Digital Human Models Within Product Development Process. In: Bordegoni M (Ed) *Innovation in Product Design: From CAD to Virtual Prototyping*. London, Heidelberg: Springer, 143-166.
- Schönitz MS, Günther T, Hilgers IL, Lorenz S, Dölz J, Papen MC, Siems F (2019) *Potenziale digitaler Assistenzsysteme für die Kommunikation in interdisziplinären Entwicklungsprojekten*, angenommen in: Stumpf M. (Hrsg): *Digitalisierung und Kommunikation (Tagungsband EUKO)*. Wiesbaden: Springer VS, in Druck.
- Sherman WR, Craig AB (2003) *Understanding virtual reality: interface, application, and design*. Amsterdam, Boston: Morgan Kaufmann Publishers (ed).
- Steck S, Mosig A, Ehler R, Hildebrand A, Fritzsche L (2008) Mixed und Virtual Reality-Methoden zur Unterstützung digitaler Ergonomieabsicherungen in der frühen Produktionsplanung. In: Fraunhofer IFF (Hrsg.) *Virtual Reality und Augmented Reality zum Planen, Testen und Betreiben technischer Systeme*, 11. IFF-Wissenschaftstage Magdeburg. Magdeburg: Fraunhofer IFF, 115-123.
- Vedhara K, Hyde J, Gilchrist I, Tytherleigh M, Plummer S (2000) Acute stress, memory, attention and cortisol. *Psychoneuroendocrinology*, 25, 535-549.
- Wischniewski S (2013) *Digitale Ergonomie 2025. Trends und Strategien zur Gestaltung gebrauchstauglicher Produkte und sicherer, gesunder und wettbewerbsfähiger sozio-technischer Arbeitssysteme*. Forschung Projekt F 2313. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg).

Danksagung: Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Forschungsprojekt InnoTeam „Smarte Werkbank“ gefördert durch den Europäischen Sozialfonds für Deutschland (ESF) sowie der Sächsischen AufbauBank (SAB). Das InnoTeam widmet sich dem Thema der Interdisziplinarität, speziell im Kontext von Entwicklungsprojekten und entwickelt mit der Smarten Werkbank eine Plattform zur Verknüpfung der während der Entwicklung produktionstechnischer Systeme entstehenden Informationen. Das Ziel dabei ist die Verkürzung des Entwicklungsprozesses durch die Assistenz der Entwickler aller beteiligten Domänen.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten

65. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Professur Arbeitswissenschaft
Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme
Technische Universität Dresden

Institut für Arbeit und Gesundheit
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

27. Februar – 1. März 2019

GfA-Press

Bericht zum 65. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 27. Februar – 1. März 2019

**Professur Arbeitswissenschaft, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme,
Technische Universität Dresden;
Institut für Arbeit und Gesundheit, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Dresden**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2019
ISBN 978-3-936804-25-6

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 Konferenzband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Konferenzband 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

© 2019 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de