

## **Ansätze zur Analyse des „Drehschwindels“ bei der Arbeit an einer simulierten kreisförmigen U-Montagelinie mit kurzen Zykluszeiten im Labor**

Jurij WAKULA, Heiko VÖLKER und Ralph BRUDER

*Institut für Arbeitswissenschaft, Technische Universität Darmstadt  
Otto-Berndt-Straße 2, D-64287 Darmstadt*

**Kurzfassung:** Arbeit an einer U-Linie kann zur Entstehung des sog. „Drehschwindels“ bei den Arbeitspersonen führen, besonders wenn die Zykluszeit kurz ist. In der Laborstudie wurde die Auswirkung des *Gehens* in unterschiedlichen Umlaufrichtungen auf „Drehschwindel“ analysiert. Die Arbeitsstationen der kreisförmig aufgebauten U-Linie mit einem Durchmesser von ca. 2 m wurden in unterschiedlichen Bewegungsrichtungen durchgelaufen. Zwei Zykluszeiten ca. 30 Sek. und ca. 50 Sek. wurden gewählt. Für die Schwindelmessung wurde der sog. „Gangprüfung“-Test (Scherer, 1984) angewandt. Zehn junge männliche Probanden ohne Erfahrung in der Montage nahmen an der Studie teil. Nach der Analyse der Ergebnisse konnte bei zwei Probanden Drehschwindel festgestellt werden.

**Schlüsselwörter:** Drehschwindel, Gehen in unterschiedliche Richtungen, kreisförmige U-Linie

### **1. Einleitung**

Nach dem Erkenntnisstand aus dem Projekt „U-Montagelinien-systeme“ (Sträter et al., 2016) wird in der industriellen Praxis bei der Konzipierung von U-Linien üblicherweise eine Produktwertschöpfung mit Umlauf der Arbeitsbereiche /-stationen in einer Richtung, meistens *gegen den Uhrzeigersinn (GUZ)* vorgenommen. Dies könnte bei der Arbeit evtl. zu einseitigen, asymmetrischen Belastungen und Beanspruchungen der unteren Extremitäten (z.B. Wakula et.al., 2017) sowie zur Entstehung des sog. „Drehschwindels“ bei den Arbeitspersonen führen, besonders wenn die Zykluszeit sehr kurz - unter 1 Minute - ist.

In diesem Zusammenhang lag ein Schwerpunkt dieser Laborstudie auf der Analyse der Auswirkung des *Gehens* in unterschiedlichen Umlaufrichtungen in der simulierten kreisförmigen U-Linie - *gegen Uhrzeigersinn (GUZ) und im Uhrzeigersinn (UZ)* - auf die muskuläre Beanspruchung des linken und rechten Beines einerseits und der Analyse der „Drehschwindels“ bei Probanden andererseits.

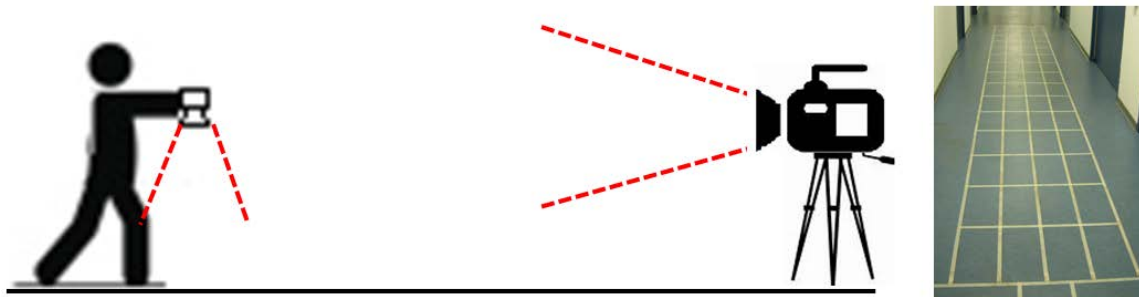
Dieser Beitrag widmet sich der Auswirkung des *Gehens* mit Drehbewegungen in einer kreisförmigen U-Montagelinie bei der Tätigkeit mit kurzer Zykluszeit auf das menschliche „Drehschwindelgefühl“.

### **2. Methodik, Durchführung und Analyse der Schwindeltests**

Die Ursachen des Schwindels lassen sich generell in zwei Gruppen einteilen, nämlich einerseits den krankheitsbedingten, pathologischen Schwindel, der durch

Fehlfunktionen im Gleichgewichtsorgan oder im zentralen vestibulären System entsteht und den physiologischen Schwindel andererseits. Physiologischer Schwindel kann als Begleiterscheinung beim Erreichen der Grenzbereiche der menschlichen Sinnessysteme (*Überstimulation*), bei widersprüchlichen Reizen einzelner Sinnessysteme (*Sinneskonflikt*) oder aber durch mehrere Beschleunigungen in verschiedene Richtungen (*Corioliseffekte*) auftreten, wie z.B. der allgemein bekannte „Drehwurm“, der z.B. nach längerem Walzertanzen eintreten kann (Scherer, 1992).

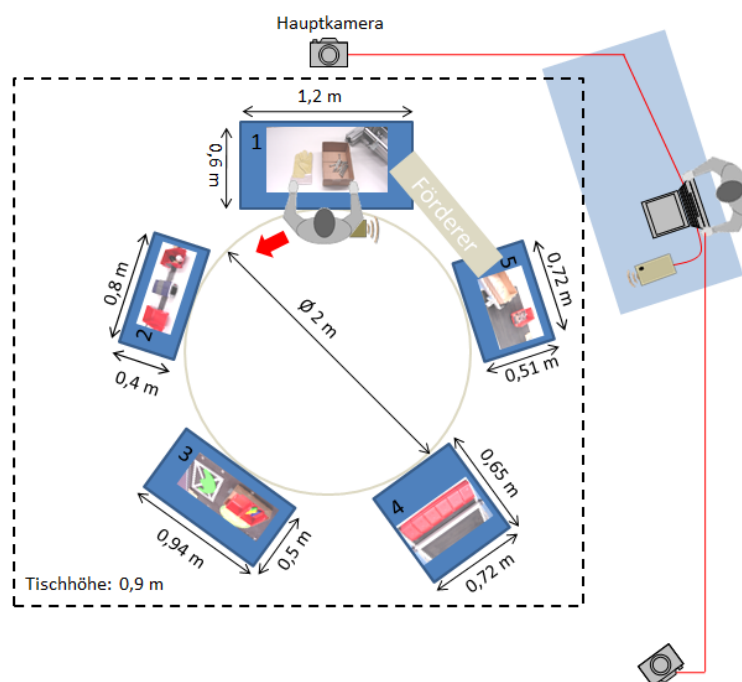
Nach Analyse der Literaturerkenntnisse bezüglich der in der Medizin oft verwendeten Tests für die Schwindelmessung (z.B. Romberg-Stehversuch, Unterberger-Tretversuch) wurde die sog. „Gangprüfung“ (Scherer, 1984) mit Hilfe der auf den Boden aufgetragenen Rasterung und Videoaufnahmen verwendet (s. Abb. 1).



**Abbildung 1:** Anordnung der Kameras und Rasterung für den Schwindeltest (Völker, 2017)

### 2.1. Beschreibung der Datenerhebung

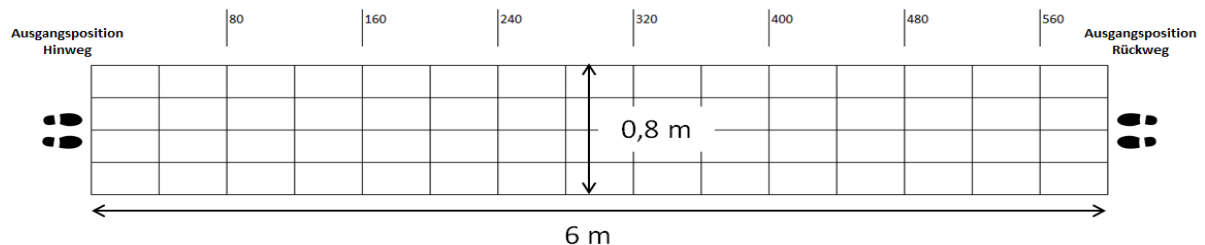
Bei der Gangprüfung werden die Abweichungen des Probanden von der Mittellinie im Winkelgrad zur Analyse des Schwindels gemessen (Völker, 2017). Die Gangprüfungen wurden am Beginn und am Ende jeder Messreihe in der simulierten U-Linie durchgeführt.



**Abbildung 2:** Aufbau der simulierten kreisförmigen U-Linie

Im Detail hat die Schwindelmessung den folgenden Ablauf: Der Proband arbeitete ca. 25 min. an der simulierten kreisförmigen U-Linie (Abb. 2) und dann ging er ca. 5 m lang zu der auf den Boden aufgetragenen Rasterung (6 m lang und 0,8 m breit, Abb. 3) für die Gangprüfung. Dort stellte er sich am Beginn der Rasterung auf und richtete sich mittig aus. Anschließend lief er mit geschlossenen Augen über die Rasterung mit dem Ziel, diese möglichst gerade an der mittleren Linie der Rasterung entlang zu überlaufen.

Erreichte der Proband das Ende der Rasterung, wurde er sofort vom Versuchsleiter aufgefordert stehen zu bleiben und die Augen zu öffnen, sich um zu drehen, sich wieder an den Beginn der Rasterung zu stellen und sich neu auszurichten. Abermals schloss er dann seine Augen und lief über die Rasterung zurück. Zur Aufzeichnung des Schwindeltests hat der Proband mit leicht angewinkelten Armen eine laufende Kamera vor sich gehalten, die er zu Beginn jedes Tests vom Versuchsleiter ausgehändigt bekam. Diese Kamera zeichnet die Position jedes einzelnen Schrittes des Probanden während des Laufens auf der Rasterung auf und diente als Grundlage für die Auswertung.



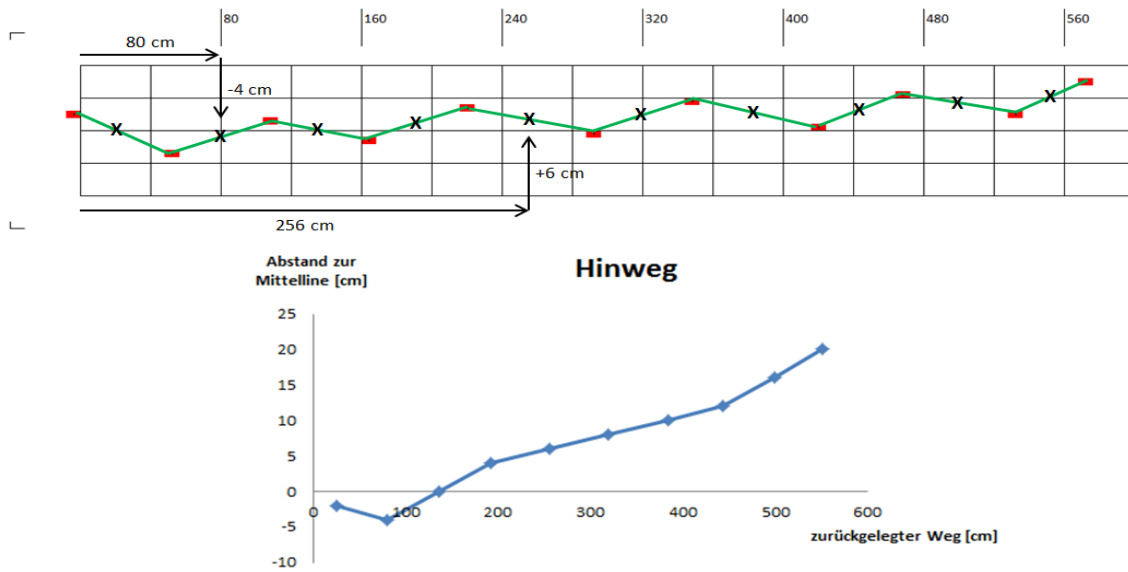
**Abbildung 3:** Maße der Rasterung und Ausgangspositionen des Probanden

Zusätzlich war in einiger Entfernung zur Rasterung eine Kamera auf einem Stativ montiert, die den Probanden beim Hinweg von Vorne und beim Rückweg von hinten filmte. Zur besseren Orientierung bei der Auswertung der Kameraaufnahmen sind am Rand der Rasterung Markierungen angebracht, die über die zurückgelegte Strecke des Probanden Auskunft geben. Die Rasterung (Abb. 3) setzte sich aus 4 x 15 Kästchen zusammen, von denen eines 0,2 m x 0,4 m groß ist.

Zehn männliche Probanden ohne Erfahrung in der Montage im Alter von 19 bis 30 Jahren nahmen an der Studie teil. Die Arbeitsstationen der kreisförmig aufgebauten U-Linie mit Durchmesser ca. 2m wurden in unterschiedlichen Bewegungsrichtungen - gegen Uhrzeigersinn (GUZ) und im Uhrzeigersinn (UZ) - durchgelaufen. Zwei Zykluszeiten, ca. 30 Sek. und ca. 50 Sek., wurden gewählt, um der Frage des Drehschwindels näher nachzugehen. Bei der Zykluszeit 50 Sek. entfallen ca. 20 Sek auf Station 5 und ca. 10 Sek. auf Station 4. Der Rest verteilte sich in etwa gleichmäßig auf die anderen drei Stationen. Bei 30 s Zykluszeit verteilte sich die Arbeitszeit in etwa gleich auf alle fünf Stationen.

## 2.2 Datenauswertung und Analyse

Um den Verlauf der Laufgänge bei Probanden bzw. einzelnen Messreihen zu analysieren, wurden die Mittelpunkte der Linien zwischen zwei aufeinanderfolgenden Schritten ermittelt und in einem Diagramm aufgetragen (Abb.4).

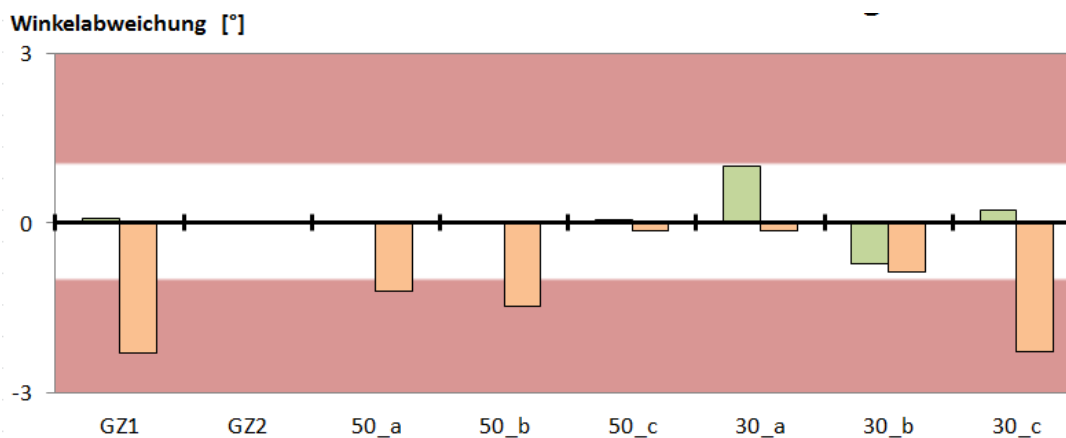


**Abbildung 4:** Analyse des Verlaufs der Gehe-Abweichung von der Mittellinie (Völker, 2017)

Anhand der sich ergebenden Datenpunkte lässt sich dann beurteilen, ob der Verlauf der Abweichung von der Mittellinie bogenförmig ist.

### 3. Ergebnisse

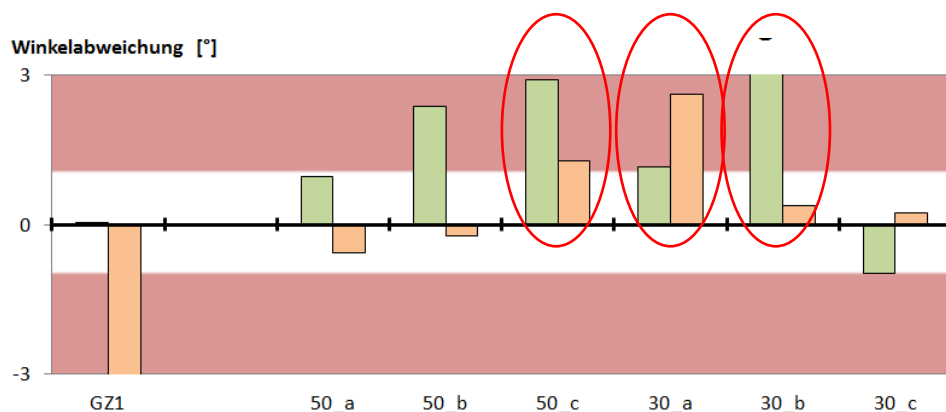
Zur visuellen Darstellung der Ergebnisse bezüglich der Winkelabweichungen kommen Balkendiagramme zum Einsatz (vgl. Abb. 5), in denen für den Grundzustand (GZ) und für die einzelnen Zykluszeiten (50 Sek. & 30 Sek.) die Winkelabweichungen für Hin- und Rückweg über die Rasterung dargestellt sind. An den Buchstaben **a**, **b** und **c** hinter den Zykluszeiten ist zu erkennen, dass die Probanden jeweils bis zu drei Messreihen mit den angegebenen Zykluszeiten in der simulierten U-Linie zu absolvieren hatten. Die Reihenfolge der Messreihen war von Proband zu Proband unterschiedlich. Nach Abschluss einer Messreihe wurde dann jeweils ein Schwindeltest durchgeführt. Bei dem Probanden 1 ist nur einmal der Grundzustand erfasst worden, deshalb sind bei GZ2 keine Werte zu erkennen.



**Abbildung 5:** Winkelabweichungen bei Gangprüfung des Probanden 1  
 (Legende: Grün – beim Hinweg; Orange – beim Rückweg)

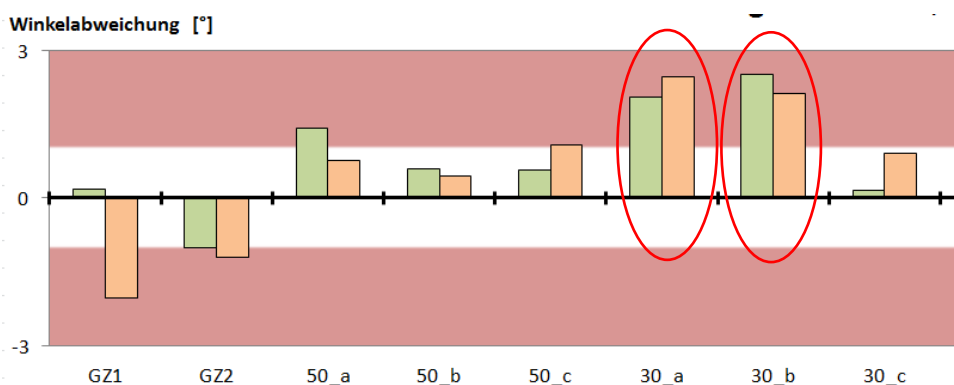
In der Abbildung 5 ist zu erkennen, dass der Proband im Grundzustand beim Hinweg über die Rasterung nur kaum erkennbar nach links (positiver Winkel) von der Mittellinie abgewichen ist. Beim Rückweg ist dagegen eine deutliche Abweichung nach rechts zu verzeichnen. Der Bereich einer deutlichen Abweichung ( $> \pm 1^\circ$ ) von der Mittellinie ist im Diagramm farblich hervorgehoben und wird beim Rückweg erreicht. Insgesamt weist dieser Proband, über alle durchgeführten Schwindeltests betrachtet, kaum auffälligen Werte auf. Ein auffälliger Wert ist dadurch charakterisiert, dass der Proband sowohl beim Hin- als auch beim Rückweg beim Ablauen der auf dem Boden aufgetragenen Rasterung deutlich, entsprechend des Drehsinns in der U-Linie, nach links abweicht. Diese auffälligen Werte sind ein Hinweis auf Schwindel, der als Folge der Arbeit in der simulierten U-Linie entstanden ist.

Bei Betrachtung der Ergebnisse vom zweiten Probanden sind im Gegensatz zu Proband 1 bei den Tests 50\_c, und 30\_a auffällige Werte zu erkennen. Bei diesen Tests weicht er sowohl beim Hin- als auch beim Rückweg deutlich, entsprechend des Drehsinns in der U-Linie, nach links von der Mittellinie ab (vgl. Abb. 6). Außerdem sind bei dem Test 30\_c bei Hin- und Rückweg ebenfalls Abweichungen nach links festzustellen, von denen allerdings nur die auf dem Hinweg deutlich ausgeprägt ist. Mit Blick auf den Grundzustand erscheinen die hervorgehobenen Werte beim Proband 2 umso auffälliger.



**Abbildung 6:** Winkelabweichungen bei Gangprüfung des Probanden 2  
 (Legende: Grün – beim Hinweg; Orange – beim Rückweg)

Auch bei dem Proband 3 haben sich auffällige Werte bei der Durchführung der Schwindeltests ergeben (Abb. 7)



**Abbildung 7:** Winkelabweichungen bei Gangprüfung des Probanden 3  
 (Legende: Grün – beim Hinweg; Orange – beim Rückweg)

#### 4. Fazit

Die Untersuchungen an der U-Linie im Labor zum Thema „Drehschwindel“ haben gezeigt, dass das Arbeiten an fünf im Kreis angeordneten Stationen zu Schwindel führen kann. Von zehn untersuchten Personen war dies bei zwei der Fall. Diese reagierten durch die Linksdrehungen während der Arbeit in der U-Linie mit Abweichungen nach links bei der Gangprüfung. Änderte man die Drehrichtung, so reagierten die o.g. zwei Probanden darauf und wichen in der Gangprüfung entsprechend in die andere Richtung ab. Der bogenförmige Verlauf der Zunahme des Abstandes von der Mittellinie untermauerte die gewonnenen Ergebnisse.

Die anderen sieben Probanden weisen nur vereinzelt auffällige Werte auf und die durchgeführten Schwindeltests liefern ähnliche Ergebnisse, wie bei Proband 1.

Anhand der Analyse vom durchgeführten Schwindel-Test kann die Zykluszeit von 50 Sek. im Vergleich zu 30 Sek. als unkritischste Zykluszeit angesehen werden.

#### 5. Literatur

- Scherer, H. (1984). Das Gleichgewicht I - Praktische Gleichgewichtsdagnostik. Berlin: Springer-Verlag.
- Scherer, H. (1992). Das Gleichgewicht II - Erkrankungen, Kinetosen, Differentialdiagnose, Therapie. Berlin: Springer-Verlag
- Sträter O, Bruder, R, Ditchen, D, Schmidt S, Wakula J, Glitsch U, Schäfer E. (2016) U-Linien-Montagesysteme – Methoden zur ganzheitlichen Gefährdungsbeurteilung sowie zur Ableitung von Gestaltungsempfehlungen. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.) Arbeit in komplexen Systemen. Digital, vernetzt, human?!. Dortmund: GfA-Press.
- Völker, H. (2017). V Analyse und Vergleich von Belastungen und Beanspruchungen der unteren Extremitäten bei der Arbeit an der U-Montagelinie mit Chaku-Chaku-Prinzip und kurzen Taktzeiten im Labor und in der Praxis - Masterthesis. Darmstadt: Technische Universität Darmstadt - Institut für Arbeitswissenschaft.
- Wakula J, Bauer S, Spindler S, Bruder, R. (2017) Analyse von Belastungen und muskulären Beanspruchungen der unteren Extremitäten beim „seitlichen“ Gehen an einer simulierten Montagelinie mit unterschiedlichen Laufrichtungen und kurzen Taktzeiten. Frühjahrskongress 2017, Brugg und Zürich: Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels – kreativ, innovativ, sinnhaft. Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V., Dortmund (Hrsg.)



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

**ARBEIT(s).WISSEN.SCHAF(F)T**  
Grundlage für Management & Kompetenzentwicklung

64. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

FOM Hochschule für  
Oekonomie & Management gGmbH

21. – 23. Februar 2018

---

**GfA Press**

---

**Bericht zum 64. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 21. – 23. Februar 2018**

**FOM Hochschule für Oekonomie & Management**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2018

ISBN 978-3-936804-24-9

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.

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

**USB-Print:**

Prof. Dr. Thomas Heupel, FOM Prorektor Forschung, [thomas.heupel@fom.de](mailto:thomas.heupel@fom.de)

**Screen design und Umsetzung**

© 2018 fröse multimedia, Frank Fröse

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