

Physische Belastung in der Produktionslogistik

Geeignete Verfahren zur Beurteilung der physischen Belastung für Arbeitsplätze in der Produktionslogistik

Zusammenfassung

Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems verursachen rund ein Viertel der Arbeitsunfähigkeitstage in Deutschland. Die Analyse und Bewertung von physischen Belastungen ist eine wichtige Voraussetzung zur Erkennung von gesundheitlichen Risiken für die Beschäftigten. Ziel dieses Artikels ist die Vorstellung geeigneter Verfahren zur Gefährdungsbeurteilung für in der Produktionslogistik auftretende physische Belastungen. Hierzu wurden 195 Arbeitsplätze aus der Produktionslogistik eines Nutzfahrzeugherstellers kategorisiert und im Hinblick auf auftretende Belastungsarten analysiert.

Summary

Musculoskeletal disorders are one of the leading causes for work-related illness. In order to identify workplaces with a potential health risk for employees an evaluation of the physical workload is necessary. The objective of this paper is to identify different types of physical workload in production logistics and suggest appropriate evaluation methods.

Stichworte: Produktionslogistik, Ergonomie, physische Belastung, Risikobeurteilung, Muskel-Skelett-Erkrankungen

1 Problem- und Zielstellung

Der demografische Wandel sowie die damit verbundene Erhöhung des Renteneintrittsalters führen in der Bundesrepublik Deutschland zu einem höheren Anteil älterer Erwerbspersonen. Die im Jahr 2011 mit 26,5 % häufigste Ursache für Arbeitsunfähigkeit (AU), bemessen an den Arbeitsunfähigkeitstagen, stellen nach einer Untersuchung des Bundesverbandes der Betriebskrankenkassen (BKK) für Pflichtmitglieder die Krankheiten des Muskel- und Skelettsystems dar [1, S. 19]. Sehr auffällig bei der Verteilung der AU-Tage

durch muskuloskeletale Erkrankungen ist die sehr hohe Anzahl an AU-Tagen bei älteren Personen [1, S. 94]. Der steigende Anteil an älteren Erwerbspersonen führt somit voraussichtlich zu einer Erhöhung der Kosten für Unternehmen durch Arbeitsunfähigkeit. Die Beurteilung von Arbeitsbedingungen ist eine wesentliche Voraussetzung für die Identifikation von Verbesserungspotenzialen zur Reduzierung des Gesundheitsrisikos und damit für die Vermeidung von körperlichen Folgeschäden für die Mitarbeiter.

Die Bewertung von Arbeitsplätzen in der Montage hat sich bereits in Unternehmen etabliert. In der Logistik besteht hier Nachholbedarf, wobei sich die Frage stellt, welche Verfahren sich für eine Bewertung der physischen Belastung dieser Arbeitsplätze eignen. Ziel dieses Artikels ist die Vorstellung geeigneter Verfahren zur Gefährdungsbeurteilung für Arbeitsplätze in der Produktionslogistik.

2 Vorgehen Gefährdungsbeurteilung

In der Literatur werden zahlreiche Verfahren zur Bewertung von physischen Belastungen vorgestellt. Diese analysieren und bewerten die aus einer Tätigkeit resultierenden physischen Belastungen und identifizieren mögliche Risiken. Unterschieden werden je nach Detaillierungsgrad der Analyse und der Bewertung sowie Umfang der erforderlichen Schulung Grob-Screening-Verfahren, Screeningverfahren, Detail-/Expertenverfahren und Messverfahren [2]. Während Grob-Screening-Verfahren einen groben Überblick über die Belastungssituation geben, werden Screening-Verfahren für die Bestimmung von Gefährdungen durch bestimmte Belastungsarten eingesetzt. Die Detail-/Expertenverfahren erlauben eine vertiefte Beurteilung, während Messverfahren kontinuierlich Belastungsgrößen (z. B. Körperhaltungen und -bewegungen) erfassen. Jedes Verfahren deckt bestimmte Belastungsarten ab, die im Rahmen der Analyse und Bewertung betrachtet werden.

In der Praxis kann zuerst mit einem Grob-Screening-Verfahren, z. B. anhand der nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 46 empfohlenen Checkliste der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung [3] oder des „Assembly Worksheet light“ (AWS light) [2], eine orientierte Erfassung und Bewertung durchgeführt werden. In diesem Grob-Screening-Verfahren werden mögliche Belastungsschwerpunkte identifiziert sowie nicht relevante Belastungen von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen [4]. Basierend auf den erkannten erhöhten Belastungen sind für die Bewertung der Arbeitsplätze geeignete detailliertere Verfahren auszuwählen.

3 Untersuchung Produktionslogistik eines Nutzfahrzeugherstellers

Zur Untersuchung auftretender Belastungen wurden 195 operative Arbeitsplätze in der Produktionslogistik bei einem Nutzfahrzeughersteller analysiert, wobei administrative Arbeitsplätze nicht betrachtet wurden. Die Untersuchung umfasste die Bereiche Wareneingang, Transport, Lagerung, Versorgung und Bereitstellung sowie Warenausgang.

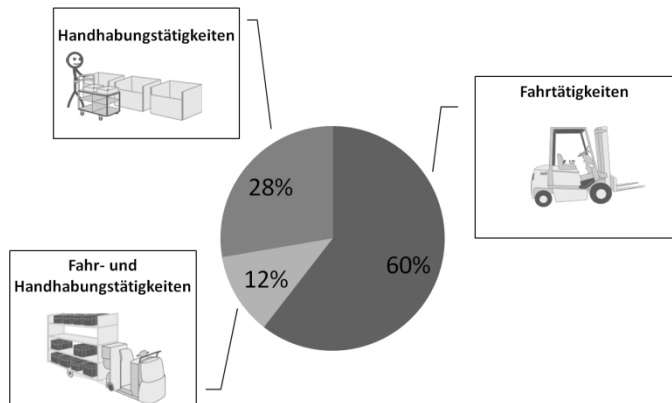


Abbildung 1: Zusammensetzung der Arbeitsplätze im Untersuchungsbereich

Im Rahmen der Untersuchung wurden die Arbeitsabläufe sowie die auftretenden Belastungen an den Arbeitsplätzen aufgenommen. Basierend auf den durchzuführenden Tätigkeiten wurden die Arbeitsplätze in die drei Arbeitsplatzgruppen Fahrtätigkeiten, Fahr- und Handhabungstätigkeiten sowie Handhabungstätigkeiten eingeteilt (siehe Abbildung 1). Die eingesetzte Kategorisierung für die Belastungsarten entspricht der Kategorisierung aus den berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen G 46 „Belastungen des Muskel-Skelettsystems einschließlich Vibrationen“ [5]. Dabei handelt es sich um folgende sechs Belastungsarten:

- Manuelle Lastenhandhabung
- Erzwungene Körperhaltungen
- Arbeit mit erhöhter Kraftanstrengung und/oder Krafteinwirkung
- Repetitive Tätigkeiten mit hohen Handhabungsfrequenzen
- Ganzkörper-Vibrationen
- Hand-Arm-Vibrationen

In der Praxis sind einzelfallabhängig weitere Belastungen (z. B. Lärm) möglich, welche sich nicht aus den ausgeführten Tätigkeiten ableiten lassen und daher nicht Gegenstand der Untersuchung sind.

Zur ersten Gruppe „Fahrtätigkeiten“ gehören die Arbeitsplätze der Fahrer von Gegengewichts-, Schubmast- und Hochregalstapler. Eine physische Belastung der Mitarbeiter ergibt sich in dieser Gruppe vor allem durch erzwungene Körperhaltungen sowie

durch Ganzkörper-Vibrationen. Für Rückwärtsfahrten muss der Kopf um mehr als 45° (Grenzwert nach DIN EN-1005 [6]) gedreht werden und verbleibt für die Dauer der Rückwärtsfahrt in dieser Stellung. Bei allen Fahrzeugen sind die Fahrer Ganzkörper-Vibrationen ausgesetzt und gezwungen über längere Zeitabschnitte zu sitzen. Neben dem Fahrzeugtyp beeinflussen vor allem die Beschaffenheit der Fahrbahn, die Fahrgeschwindigkeit sowie die richtige Sitzeinstellung die Stärke der Ganzkörper-Vibrationen [7]. Von hohen Ganzkörper-Vibrationen sind im Untersuchungsbereich insbesondere Gegengewichtsstapler betroffen, da diese auch im Freien und daher auf unebenem Untergrund fahren. Einzelne Mitarbeiter führen zudem mit Lasthandhabungen verbundene Nebentätigkeiten wie beispielsweise Umpacken durch. Zur Beurteilung des Gefährdungsrisikos von Fahrtätigkeiten ist es somit erforderlich die Körperstellung des Mitarbeiters, die entstehende Belastung durch Ganzkörper-Vibrationen sowie ggf. durch manuelle Lastenhandhabungen zu betrachten.

Arbeitsplätze der Routenzugfahrer für Kleinladungsträger (KLT) sowie Großladungsträger (GLT) fallen in die zweite Gruppe „Fahr- und Handhabungstätigkeiten“. Im Gegensatz zu Staplerfahrern führen die Routenzugfahrer manuelle Lastenhandhabungen im Rahmen der Haupttätigkeit durch. Am Bereitstellort wird bei KLT-Routenzügen das Umsetzen des Behälters vom Routenzug in Regale und bei GLT-Routenzügen das Ziehen oder Schieben der Behälter auf Rolluntergestellen zur Bereitstellung durchgeführt. Im Untersuchungsbereich wurde als weitere Belastung bei den KLT-Routenzügen das Ziehen und Schieben der Anhänger bei der Beladung des Zuges festgestellt. Im Vergleich zu Gegengewichtsstaplern verkehren die Routenzüge bei reduzierter Geschwindigkeit überwiegend innerhalb der Halle auf ebenem Bodenuntergrund, weshalb die Ganzkörper-Vibrationen geringer sind. Bei Fahr- und Handhabungstätigkeiten stellen somit auftretende Belastungen durch manuelle Lastenhandhabungen sowie durch Ganzkörper-Vibrationen eine mögliche Gefährdung am Arbeitsplatz dar.

Die dritte Gruppe „Handhabungstätigkeiten“ umfasst die Kommissionierung in Person-zur-Ware- und Ware-zur-Person-Systemen sowie Arbeitsplätze mit KLT- bzw. GLT-Handhabung. Im Bereich Kommissionierung stellt das manuelle Umsetzen von Lasten die Hauptbelastung dar. Zusätzlich kann sich eine weitere Belastung durch das Ziehen oder Schieben eines Wagens in Person-zur-Ware-Kommissioniersystemen oder durch dauerhaftes Stehen in Ware-zur-Person-Systemen ergeben. Im Fall der KLT-Handhabung entsteht die physische Belastung durch Heben, Halten und Tragen und wird bei Arbeitsplätzen in manuellen Lagern, bei der Palettierung sowie bei der Verpackung im Warenausgang angetroffen. Bei der GLT-Handhabung entsteht die physische Belastung

durch Ziehen und Schieben. Diese Tätigkeiten werden typischerweise im Wareneingang und -ausgang sowie in der Bereitstellung ausgeführt. Unter Umständen führt ein Mitarbeiter sowohl ein Ziehen und Schieben als auch ein Umsetzen von Lasten aus. So trat bei ca. 50 % der Arbeitsplätze der Kategorie KLT-Behälterhandhabung ebenfalls ein Ziehen und Schieben von Behältern und Paletten auf. In diesem Fall ist bei der Auswahl des Verfahrens darauf zu achten, dass beide Belastungen in der Risikobewertung berücksichtigt werden. Bei Handhabungstätigkeiten steht somit die physische Belastung durch die manuelle Lastenhandhabung im Vordergrund, welche für die Risikobeurteilung zu betrachten ist.

In der Produktionslogistik wurden im Rahmen der Untersuchung die Belastungsarten manuelle Lastenhandhabung, erzwungene Körperhaltung sowie Ganzkörper-Vibrationen beobachtet. Für jede Tätigkeit sind in Tabelle 1 die relativen Häufigkeiten an beobachteten Belastungsarten dargestellt. Im folgenden Abschnitt wird für jede dieser Belastungsarten vorgestellt, welche Verfahren sich für eine detailliertere Beurteilung eignen. Einen Überblick der vorgestellten Verfahren zur Bewertung physischer Belastungen gibt Tabelle 2.

	Anzahl	Manuelle Lasthandhabung		Erzwungene Körperhaltung			Ganzkörper-Vibrationen
		HHT	ZS	Kopfhaltung	Sitzen ohne Entlastung	Dauerhaftes Stehen	
Fahrtätigkeiten							
Gegengewichtsstapler	85	24%	0%	46%	100%	0%	100%
Schubmaststapler	22	9%	0%	0%	100%	0%	100%
Hochregalstapler	11	27%	0%	0%	100%	0%	100%
Fahr- und Handhabungstätigkeiten							
KLT-Routenzug	9	100%	100%	0%	0%	0%	100%
GLT-Routenzug	14	0%	100%	0%	0%	0%	100%
Handhabungstätigkeiten							
Kommissionierung PzW	25	100%	72%	0%	0%	0%	0%
Kommissionierung WzP	10	100%	0%	0%	0%	20%	0%
KLT Behälterhandhabung	12	100%	42%	0%	0%	0%	0%
GLT Behälterhandhabung	7	0%	100%	0%	0%	0%	0%

Tabelle 1: Identifizierte Belastungsarten in der Produktionslogistik

4 Auswahl geeigneter Verfahren

Für die Beurteilung von manuellen Lastenhandhabungen haben sich vor allem die Leitmerkmalmethoden der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) etabliert. Die beiden Screeningverfahren „Leitmerkmalmethode zur Beurteilung von Heben, Halten, Tragen“ (LMM HHT) [8] und „Leitmerkmalmethode zur Beurteilung von Ziehen, Schieben“ (LMM ZS) [9] ermöglichen eine schnelle Bewertung der Belastungssituation bei einfachen Tätigkeiten. Zwei Methoden, welche die Leitmerkmalmethoden erweitern, um komplexere Tätigkeiten zu bewerten, sind die „erweiterte Leitmerkmalmethode“ (eLMM) [10] sowie das „Multiple-Lasten-Tool“ (MLT) [2]. Die eLMM eignet sich für eine Bewertung von

Umsetzvorgängen bei sehr unterschiedlichen Gewichten oder Körperhaltungen. Für Arbeitsplätze, bei denen die Handhabungsarten Umsetzen, Halten, Tragen sowie Ziehen/Schieben gemeinsam bewertet werden sollen, empfiehlt sich das MLT.

Tabelle 2: Verfahren zur Bewertung der physischen Belastung

		Manuelle Lastenhandhabung		Erzwungene Körperhaltung	Kraftanstrengung/-einwirkung	Repetitive Tätigkeiten	Ganzkörper-Vibrationen	Hand-Arm-Vibrationen
		HHT	ZS					
Grob-Screening-verfahren	Checkliste der DGUV	X	X	X	X			
	AWS light	X	X	X	X			
Screening-verfahren	LMM HHT	X						
	LMM ZS		X					
	eLMM	X						
	MLT	X	X					
	RULA			X			X	
	OWAS	X	X	X				
Detail-/Experten-verfahren	AAWS	X	X	X	X			
	EAWS	X	X	X	X	X		
	AAWS+	X	X	X	X	X		

Zur Beurteilung von erzwungenen Körperhaltungen eignen sich Verfahren, welche die Körperstellung des Mitarbeiters betrachten. Ein Screeningverfahren, das für die Analyse der oberen Gliedmaßen entwickelt wurde, ist das Verfahren „Rapid Upper Limb Assessment“ (RULA) von McAtamney und Corlett [11]. Bei diesem Verfahren wird für eine ausgewählte Körperhaltung neben der Haltung des Halses auch die Haltung der Arme, des Handgelenks, des Oberkörpers und der Beine analysiert. Eine Drehung des Halses und des Oberkörpers, wie sie durch das Rückwärtsfahren eines Staplers verursacht wird, wirkt sich daher auf das Gesamtergebnis nur geringfügig aus. Außerdem fließt die Dauer, die die Körperhaltung eingenommen wird, nicht in die Bewertung ein. Die Methode „Ovako Working Posture Analysing System“ (OWAS) bewertet ebenso Körperhaltungen [12]. In dieser Methode wird die Haltung des Rückens, der Arme und der Beine berücksichtigt [13]. Spätere Erweiterungen betrachten zudem die Haltung des Kopfes [14]. Bei OWAS werden zum einen die zeitlichen Anteile je Körperteil bewertet, zum anderen wird aber auch die Haltungskombination eingestuft. Das Verfahren ist sehr einfach anzuwenden und eignet sich sehr gut für die Beurteilung der Körperhaltung eines Staplerfahrers.

Das Detailverfahren Automotive Assembly Worksheet (AAWS) wurde insbesondere für Montagetätigkeiten in der Automobilindustrie entwickelt [15]. Aus der Methode entstanden das European Assembly Worksheet (EAWS) [16] und das Automotive Assembly Worksheet plus (AAWS+) [2], wodurch die Verfahren sich sehr ähnlich sind. Manuelle Lastenhandhabungen, aber auch Körperstellungen werden in allen drei Verfahren untersucht. Jedoch umfassen die Verfahren auch Untersuchungen, wie z. B. die Bewertung

von repetitiven Tätigkeiten mit hohen Handhabungsfrequenzen, die für die Logistik i. d. R. weniger relevant sind. Die Anwendung ist daher nur bedingt für Logistiktätigkeiten geeignet.

Zur Beurteilung von Ganzkörper-Vibrationen bietet die Anwendung der Technischen Regeln zur Lärm- und Arbeitsschutzverordnung [17] dem Arbeitgeber Rechtssicherheit. Die Technischen Regeln konkretisieren die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) praxisorientiert. Zur Bestimmung der Höhe der Belastung durch Ganzkörper-Vibrationen ist in einem ersten Schritt zu überprüfen, ob für den zu beurteilenden Arbeitsplatz repräsentative Vibrationsmesswerte oder Ergebnisse orientierender Verfahren (z. B. repräsentativer Dosimetermessungen) vorhanden sind. Falls ja, können die vorhandenen Werte verwendet werden. Sollten dies nicht der Fall sein, kann ermittelt werden, ob Vergleichswerte (z. B. von der BAuA) verfügbar sind. Diese können bei Vergleichbarkeit verwendet werden. Sollten weder repräsentative Messungen noch Vergleichswerte verfügbar sein, muss eine fachkundige Vibrationsmessung veranlasst werden, um deren Ergebnisse für die Gefährdungsbeurteilung zu verwenden.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die Bewertung von physischen Belastungen in der Logistik hat sich bislang wenig etabliert, wobei häufig Unsicherheit herrscht über geeignete Verfahren zu deren Beurteilung. In diesem Artikel wurde die Vorgehensweise zur Bewertung der physischen Belastung dargestellt. Im Rahmen einer Untersuchung wurden die Arbeitsplätze in der Produktionslogistik eines Nutzfahrzeugherstellers in drei Gruppen ähnlicher Tätigkeiten eingeteilt sowie Belastungsschwerpunkte, welche sich in jeder Gruppe aus der Tätigkeit ergeben, abgeleitet. Basierend auf den ermittelten Belastungsschwerpunkten wurden Verfahren vorgestellt, die sich für eine Bewertung dieser eignen.

Wird im Rahmen der Belastungsbewertung Handlungsbedarf festgestellt, können technische oder organisatorische Maßnahmen zur Umgestaltung der Arbeitsplätze eingeleitet werden. Die Einführung arbeitsorganisatorischer Konzepte, wie z. B. von Jobrotation, verhindern einseitige Belastungssituationen der Mitarbeiter und verbessern dadurch deren Belastungssituation. Hier besteht aus wissenschaftlicher Sicht noch Forschungsbedarf, da die Auswirkung der zeitlichen Verteilung und Abfolge von Tätigkeiten auf die physische Belastung des Mitarbeiters nicht hinreichend geklärt ist.

6 Literatur

- [1] Bauer, V; Bungard S., H; Kliner, K; Tewes C; Trümner A.: BKK Gesundheitsreport 2012. Essen 2012
- [2] Kugler, M; Bierwirth, M; Schaub, K; Sinn-Behrendt, A; Feith, A; Ghezel-Ahmadi, K; Bruder, R.: KoBRA - Kooperationsprogramm zu normativem Management von Belastungen und Risiken bei körperlicher Arbeit Ergonomie in der Industrie - aber wie? Handlungshilfe für den schrittweisen Aufbau eines einfachen Ergonomiemanagements. Bundesanst. für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Berlin 2010
- [3] Hartmann, B.: Arbeitsmedizinische Vorsorge bei erhöhten Belastungen des Muskel-Skelett-Systems – der BG-Grundsatz Nr. 46. **Praktische Arbeitsmedizin** (2006) 4, S. 6–10
- [4] Hartmann, B; Spallek, M; Ellegast, R.: Arbeitsbezogene Muskel-Skelett-Erkrankungen: Ursachen, Prävention, Ergonomie, Rehabilitation. ecomed Verlagsgesellschaft in Hüthig Jehle Rehm 2013, S. 111
- [5] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV): Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G46 "Belastungen des Muskel- und Skelettsystems einschließlich Vibrationen". BGI/GUV 504-46, Berlin 2009
- [6] DIN Deutsches Institut für Normung eV: Sicherheit von Maschinen –Menschliche körperliche Leistung –Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen. 13.110; 13.180 DIN EN 1005-4. Beuth Verlag, Berlin 2009
- [7] Günthner, W; Fischer, G; Ebner, A.: Untersuchung der Humanschwingungen beim Betrieb von Flurförderzeugen. Abschlussbericht zum IGF-Vorhaben 15893 N der Forschungsvereinigung Intralogistik Fördertechnik und Logistiksysteme e. V. Forschungsbericht 2011. Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik, Garching, 2011
- [8] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin und Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (Hrsg.): Leitmerkmalmethode zur Beurteilung von Heben, Halten, Tragen, 2001. <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/Gefahrdungsbeurteilung.html>
- [9] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin und Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (Hrsg.): Leitmerkmalmethode zur Beurteilung von Ziehen, Schieben, 2001. <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/Gefahrdungsbeurteilung.html>
- [10] Walch, M.: Belastungsermittlung in der Kommissionierung vor dem Hintergrund einer alternsgerechten Arbeitsgestaltung der Intralogistik. fml Lehrstuhl für Fördertechnik, Materialfluss, Logistik, München 2011, S. 95-111
- [11] McAtamney, L; Nigel Corlett, E.: RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. **Applied Ergonomics** 24 (1993) 2, S. 91–99
- [12] Bongwald, O; Luttmann, A; Laurig, W.: Leitfaden für die Beurteilung von Hebe- und Tragetätigkeiten. Gesundheitsgefährdung, gesetzliche Regelungen, Messmethoden, Beurteilungskriterien und Beurteilungsverfahren. HVBG, Sankt Augustin 1995
- [13] Gudehus, T.: Entwicklung eines Verfahrens zur ergonomischen Bewertung von Montagetätigkeiten durch Motion-Capturing. Kassel Univ. Press, Kassel 2009, S.12
- [14] Kant, I; Notermans, J; Borm, P.: Observations of working postures in garages using the Ovako Working Posture Analysing System (OVVAS) and consequent workload reduction recommendations. **Ergonomics** 33 (1990) 2, S. 209–220
- [15] Schaub, K.: Das „Automotive Assembly Worksheet“ (AAWS). In: Landau, K. (Hrsg.): Montageprozesse gestalten: Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation. ergonomia Verlag, Stuttgart 2004, S. 91–111
- [16] Schaub, K; Caragnano, G; Britzke, B; Bruder, R.: The European Assembly Worksheet. **Theoretical Issues in Ergonomics Science** (2012), S. 1–23
- [17] Bundesministerium für Arbeit und Soziales: Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV Vibrationen), Bonn 2010. www.baua.de/TRLV

7 Die Autoren des Beitrags

M. Sc. Michael Kelterborn, geb. 1985, schloss sein Maschinenbaustudium mit Vertiefung Produktions- und Betriebswissenschaften 2010 an der ETH Zürich ab. Anschließend war er für die Firma HILTI im Bereich Fertigungsplanung und Produktionssysteme tätig. Seit 2012 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik an der TU München.

Dipl.-Wi.-Ing. Myriam Koch, geb. 1985, hat von 2006 bis 2011 am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Wirtschaftsingenieurwesen mit den Vertiefungsrichtungen Technische Logistik und Produktionstechnik studiert. Seit 2011 ist sie an der TU München als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) tätig.

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Willibald A. Günthner leitet seit 1994 den Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) an der TU München. Er ist Gründungsmitglied und Schatzmeister der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e.V., stellvertretender Vorsitzender des wissenschaftlichen Beirats der BVL und Mitglied des Vorstands der VDI-Gesellschaft GPL.