

Vergleich der körperlichen Belastungen bei der manuellen und technisch unterstützten Gepäckabfertigung in den Gepäckhallen eines Großflughafens

Verena STEIDEL, Jurij WAKULA, Felix MEISSNER, Lukas BIER

*Institut für Arbeitswissenschaft, TU Darmstadt
Otto-Berndt-Straße 2, 64287 Darmstadt*

Kurzfassung: Ziel der Studie war es ein Vergleich der auftretenden körperlichen Belastungen (Körperhaltungen und Bewegungen sowie Heben, Halten/ Umsetzen von Lasten beim Beladen und Umladen in der manuellen und technisch unterstützten Gepäckabfertigung in den Gepäckhallen eines Großflughafens durchzuführen. Als technische Unterstützung dienten die stationären Hubanlagen auf Vakuumtechnologie-Basis. Als Methoden zur Belastungsanalyse dienten das IAD-BkB - Screeningsverfahren, das CAPTIV- Messsystem für Körperhaltungs- und Bewegungsanalyse. An der mehrtägigen Feldstudie nahmen 8 Mitarbeitern im Alter von 24-52 Jahren teil. Insgesamt zeigte sich, dass die technische Unterstützung durch eine Veränderung der Lastenhandhabung von einem manuellen Heben und Umsetzen des Gepäckstücks hin zu einem Ziehen oder Schieben der Hubanlage eine deutliche Verminderung der Belastungen hervorruft. Gleichzeitig ändern sich auch die Hand-Arm-Haltungen.

Schlüsselwörter: Belastungsbewertung; Gepäckabfertigung, Vakuum-Hebehilfe, Großflughafen

1. Einleitung

Die Gepäckabfertigung am Großflughafen erfolgt an verschiedenen Stellen in den Gepäckhallen manuell. Dieses führt bei Mitarbeitern in der Gepäckabfertigung mit hohen Belastungen durch manuelles Umsetzen von Lasten und belastende Körperhaltungen. Verschiedene Autoren (Bergsten et al. 2015; Bern et al. 2013; Rückert 1990) haben an unterschiedlichen Flughäfen gezeigt, dass bei Mitarbeitern in der Gepäckabfertigung vermehrt Beschwerden im Rücken (insbesondere Lendenwirbelsäule), Knie, Nacken, in den Handgelenken, Schultern und Ellenbogen auftreten. Zusätzlich nimmt das Risiko für Beschwerden mit dem Dienstalder zu (Bern et al. 2013).

Daher ist es sinnvoll der Belastung durch die Gestaltung des Arbeitsplatzes entgegen zu wirken. Eine technische Möglichkeit zur Reduzierung der Belastung ist eine Vakuum Hebehilfe, mit der die Koffer angesaugt werden und an einem Kran zum Förderband geführt werden können. Sowohl im Labor (Lu, Dufour, Weston, & Marras, 2018) als auch nach der Einführung (Kohn 2011) wurde Verwendung einer Vakuumhebehilfe bei der Gepäckabfertigung positiv bewertet. Kohn (2011) berichtet, dass die Vakuum Hebehilfe mit guten Akzeptanzwerten an einem Großflughafen eingeführt wurde und sich die Körperhaltung der Mitarbeiter bei der Lastenhandhabung verbessert hat.

Die hier veröffentlichten Ergebnisse sind ein Teil einer ganzheitlichen Bewertung der Belastungen und Beanspruchungen in der Gepäckabfertigung. Dabei liegt der Fokus auch auf dem Vergleich der körperlichen Belastungen mit und ohne Hebehilfe. Die Gesamtstudie umfasste zusätzlich zu der hier thematisierten Bewegungsanalyse mittels dem Captiv-Motion-Capturing und Belastungsbewertung mit IAD-BkB auch die Messung der Aktionskräfte, körpersegmentbezogenen EMG-Messungen und eine subjektive Beanspruchungsanalyse (Bier et al 2019). Ebenso wurde neben den hier aufgeführten Belastungsanalysen bezüglich der Arbeitsplätze in der Gepäckabfertigung auch ein Arbeitsplatz in der Flugzeugabfertigung untersucht.

2. Methodik

2.1 Belastungsanalyse und Bewertung

Im Rahmen dieser Studie wurde IAD-BKB (Ahmadi, 2008) als Verfahren für die Belastungsanalyse und Belastungsbewertung benutzt.

Das Verfahren basiert auf dem Screening-Verfahren „AAWS“ (Schaub et al. 2013). Mit dem Verfahren wird eine Belastungsanalyse durchgeführt und im Ergebnis werden Belastungspunkte für ergonomisch ungünstige Arbeitssituationen vergeben. Inhaltlich deckt das Verfahren die vier Bereiche Körperhaltung, Aktionskräfte, kurzzyklische Tätigkeiten und Lastenhandhabung bei manuellen Tätigkeiten ab. Bei der Beurteilung werden Merkmale der Tätigkeiten; die Zeitdauer/Häufigkeit/ Frequenz, die Körperhaltung und -stellung, die Höhe der Aktionskräfte, das Lastgewicht, die organisatorischen Rahmenbedingungen und Ausführungsbedingungen in intervall- oder ordinalskaliert Form gewichtet und dokumentiert. Diese Wichtungparameter werden anschließend in Punktesummen umgerechnet. Die Summe der Punkte werden gemäß EN 614 in die Risikobereiche rot – gelb – grün (Ampelschema) eingestuft.

Die Aufnahme der Bewegungsdaten für die Bewertung der Körperhaltung erfolgt mittels dem Motion Capturing-Messtechnik Captiv. Diese zeichnet die Position der Gliedmaßen im Raum mit 15 –am Körper befestigten- Sensoren auf (TEA 2017). Aus diesen lässt sich unter Zuhilfenahme der anthropometrischen Daten, die Gelenkwinkel der einzelnen Gliedmaßen ableiten. Anschließend werden die Gelenkwinkel des Rumpfes der Arme und der Knie analysiert um daraus auf die Körperhaltung zu schließen.

Synchronisierte Videos dienen der Anreicherung der Bewegungsdaten. Daraus leiten sich zum einen die Zeitdauer und Häufigkeit der Lastenhandhabung innerhalb einer Tätigkeit ab. Zum anderen dient eine Videoanalyse der Erfassung der Auswirkungen der Nutzung der Vakuum Hebehilfe auf die Dauer der Lastenhandhabung. Zusätzlich bietet diese Analyse einen Rückschluss auf die Verlässlichkeit der Hebehilfe.

Die codierten Lastenhandhabungen und Körperhaltungen werden summarisch ausgewertet und auf die gemessene Gesamtzeit bezogen, um so die die Zeitdauer und Häufigkeiten abzuleiten. Ebenso wurde das Lastgewicht, die organisatorischen Rahmenbedingungen und Ausführungsbedingungen vor Ort von Wissenschaftlichen Mitarbeitern anhand der vom Betreiber zur Verfügung gestellten Arbeitsplatzdaten bewertet.

2.2 Erhebungsumfang

Zur Analyse der Belastung wurden an zwei Arbeitsplätzen in der Gepäckabfertigung, dem Rundlauf und der Transferzentrale (TZA) Messungen und Beobachtungen durchgeführt

Am Arbeitsplatz Rundlauf ist die Haupttätigkeit, das Outbound Gepäck nach einer Freigabe von der Gepäckförderanlage aus in bereitstehende Container und Leiterwagen zu laden. In der TZA ist die Haupttätigkeit am untersuchten Arbeitsplatz das ankommende Gepäck aus den Containern und von den Leiterwagen auf das Förderband der Gepäckanlage zu entladen. Dabei wird in der TZA zwischen Arbeitsplätzen mit Hebehilfe und Arbeitsplätzen ohne Hebehilfe unterschieden.

Die Erhebung wurde im Frühjahr 2018 an mit dem Flughafenbetreiber abgestimmten Terminen in der Frühschicht durchgeführt. In Vorgesprächen wurden Tage und Tagesabschnitte mit hoher Belastung ausgewählt.

Sieben Mitarbeiter nahmen freiwillig an den Erhebungen und Messungen teil und wurden vom Flughafenbetreiber vermittelt. Die Mitarbeiter haben ein Durchschnittsalter 40+-9,6 Jahre, 11,6+ 9,7 Jahre durchschnittliche Berufserfahrung und eine Körpergröße von 174 + 3,9 cm.

Es wird gefordert, dass mindestens drei Gepäckwägen oder Container unter Zuhilfenahme der Hebehilfe und drei Gepäckwägen oder Container ohne Hebehilfe abgefertigt werden. Dies dient dazu, eine ausreichend große Stichprobe zur Auswertung zu generieren. Aus selbigem Grund gilt die Grundvoraussetzung, dass mindestens 20 Minuten Arbeitszeit am Rundlauf erhoben werden. Aufgrund von ablaufbedingten Einschränkungen konnten diese Kriterien am Rundlauf bei 6 Mitarbeitern und in der TZA bei 7 Mitarbeitern erfüllt werden.

2.3 Erhebungsablauf

Parallel zur Analyse der Belastungen fand ebenfalls eine Messung der lokalen muskulären Beanspruchung statt (Bier et al. 2019). Um Aufrüstzeiten gering zu halten fand diese getrennt von der Belastungsanalyse statt.

Nach Ausrüstung der Mitarbeiter mit dem Captiv System und der Ausfüllung eines Fragebogens, fand die Messung abwechselnd zunächst in der TZA und am Rundlauf statt. Anschließend wurde an den anderen Arbeitsplatz gewechselt.

An den Arbeitsplätzen wurden die Mitarbeiter angewiesen ihre Arbeit normal auszuführen. Für den Vergleich der Belastungen mit und ohne Hebehilfe wurden die Mitarbeiter in der TZA angewiesen, jeweils einen Container mit technischer Unterstützung und einen Container ohne Hebehilfe zu verladen. Die Bewegungsdaten wurden mit Captiv aufgezeichnet und die Anzahl der verladenen Koffer wurde gezählt.

Nach dem die Messungen abgeschlossen waren wurde ein Fragebogen zu der subjektiven Beanspruchung ausgefüllt.

3. Ergebnisse

Im Folgenden sind die Ergebnisse dargestellt. Dabei wird zunächst näher auf die gemessenen Zeitanteile der Lastenhandhabung und Körperhaltungen eingegangen. Im Anschluss werden diese dann zu einer Belastungsbewertung zusammengeführt.

3.1 Lastenhandhabung in der Gepäckanfertigung

An allen 3 Arbeitsplätzen fokussiert sich die Belastungsanalyse auf die Lastenhandhabung „Heben und Umsetzen“, da die Koffer dynamisch umgesetzt werden. Im Rundlauf entfallen 35,2 % der analysierten Gesamtzeit auf „Heben und Umsetzen“ 64,1 % der Zeit sind freie Tätigkeiten. In der TZA entfallen –ohne Nutzung der technischen Unterstützung 50,3 % der analysierten Gesamtzeit auf „Heben und Umsetzen“ und 47,7 % der Zeit sind freie Tätigkeiten.

Bei Nutzung der der technischen Unterstützung kommt in der TZA die Lastenhandhabung „Ziehen und Schieben < 5 m“ hinzu. Sie macht einen Zeitanteil von 60,1% der analysierten Gesamtzeit aus. Dementsprechend reduziert sich der Zeitanteil der Lastenhandhabung „Heben und Umsetzen“ auf 8,6 % und 29,7 % der Zeit sind freie Tätigkeiten. Es zeigt sich also, dass die Verwendung der Hebehilfe dazu führt, dass die Lastenhandhabung insgesamt einen größeren Zeitanteil beim Entladen der Container ausmacht.

Die Zeitanteile für „Ziehen und Schieben >5m“ sowie „Halten“ und „Tragen“ werden aufgrund sehr geringer beobachteter Zeitanteile, sowie kurzer Strecken nicht weiter berücksichtigt.

3.2 Körperhaltung während der Lastenhandhabung

An allen Arbeitsplätzen wird die Last im Stehen gehandhabt. Dabei nehmen die Mitarbeiter vornehmlich eine aufrechte oder gebeugte Haltung mit einem Rumpfwinkel zwischen 20° und 60° ein. Dabei wird die gebeugte Haltung vornehmlich bei der Aufnahme der Koffer und beim Absetzen der Koffer eingenommen.

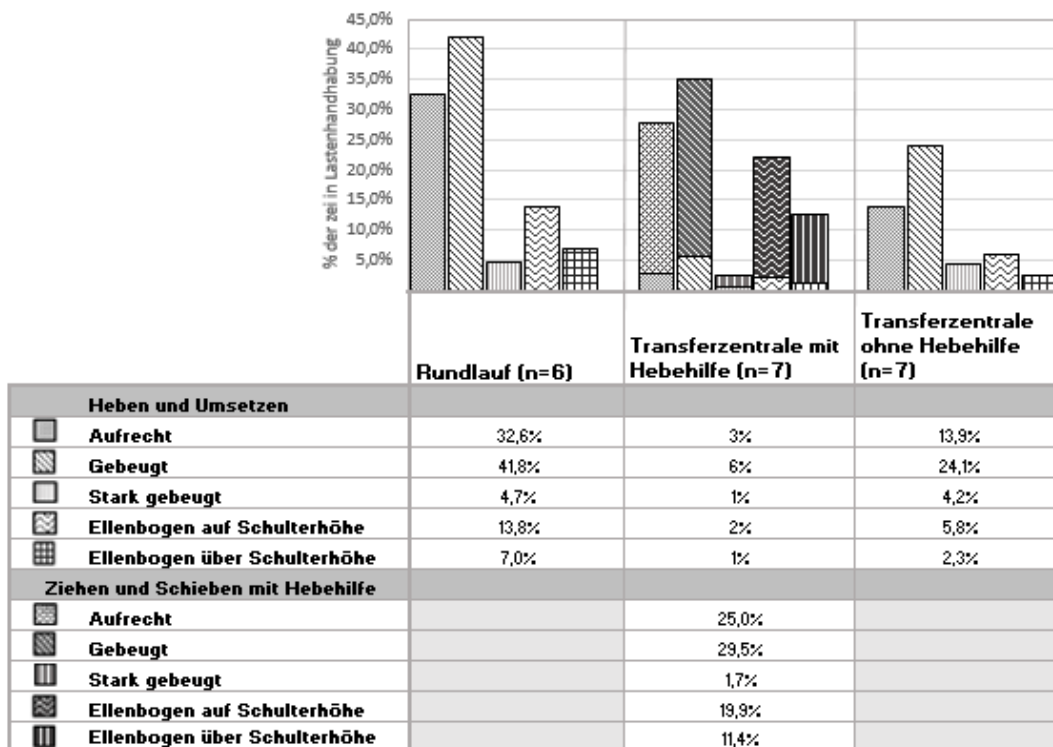


Abbildung 1: mittlere Anteile in verschiedenen Körperhaltungen während der Lastenhandhabung Alle Angaben sind in % der der Gesamtzeit der Lastenhandhabung.

3.3 Belastungsbewertung

In der TZA reduziert sich beim Einsatz der Hebehilfe der prozentuale Anteil an der Gesamtzeit der Lastenhandhabung in gebeugter Körperhaltung und stark gebeugter Haltung von 56,2 % auf 37,5 % (s. Abbildung 1). Dafür erhöht sich der Zeitanteil an der Gesamtzeit der Lastenhandhabung in denen die Mitarbeiter die Arme auf oder über Schulterhöhe haben deutlich von 16,2 % auf 34,3 %.

Für die Belastungsbewertung wurde das manuelle Handhaben von Lasten und die Haltung anhand der von IAD-BkB gewertet. Dabei wurden folgende Annahmen getroffen.

Das Lastgewicht der Koffer wurde nach Angaben des Flughafenbetreibers an allen Arbeitsplätzen auf 10-20 kg gemittelt ebenso gab der Betreiber eine Anzahl von bis zu 1000 verladenen Koffern an beiden Arbeitsplätzen an. Die Ausführungsbedingungen sind an allen Arbeitsplätzen gut, da sich keine Hindernisse im Arbeitsbereich befinden und der Boden rutschfest ist.

Die freien Körperhaltungen wurden anhand der gemessenen Haltungsanteile während der Entladung der Container bewertet. Es wurde davon ausgegangen, dass die Mitarbeiter in ihren Pausen mit Abstützung sitzen.

Die mit den Annahmen errechneten Punktwerte sind in Tabelle 1 dargestellt. Gemäß EN 614 sind ist der Rundlauf im roten Bereich, und die TZA ohne Verwendung der Hebehilfe ist im gelben Bereich. Mit Verwendung der Hebehilfe bewegt sich der Arbeitsplatz in der TZA im den grünen Bereich.

Tabelle 1: Ergebnis der Belastungsbewertung der Arbeitsplätze Rundlauf, TZA mit Hebehilfe und TZA ohne Hebehilfe nach IAD BKB

Arbeitsplatz	Gesamtpunktzahl	Punktzahl Körperhaltung	Punktzahl manuelle Lastenhandhabung
TZA mit Hebehilfe	24,5	5,5	19
TZA ohne Hebehilfe	47,5	5,5	42
Rundlauf	63	25	38

4. Fazit und Ausblick

Die analysierten Punktwerte der Belastung (s. Tabelle 1) geben für die TZA ohne Hebehilfe und den Rundlauf Gestaltungsmaßnahmen vor. Dieses deckt sich auch mit den auftretenden Beschwerden. Der Einsatz der Hebehilfe ist daher in jeden Fall als positiv zu werten. Dieses wird auch durch die Beanspruchungsmessung (Bier et al 2017) und subjektive Bewertung der Beanspruchung an den Arbeitsplätzen durch die Mitarbeiter bestätigt. Insofern bestätigen die Ergebnisse der Feldstudie die Ergebnisse aus dem Labor (Lu et al. 2018).

Die Möglichkeit des Einsatzes einer ähnlichen Hebehilfe oder einen anderen Gestaltungsmaßnahmen am Rundlauf sollte geprüft werden. Dabei ist allerdings vor allem die geschlossene Containerform problematisch, die das Absetzen der Koffer mit der Hebehilfe verhindert. Zusätzlich sollten die Computer und Monitore neu positioniert werden um die statische Haltung am Rundlauf zu verbessern.

5. Literatur

- Ahmadi, K. (2008). Evaluation der Anwendbarkeit eines neuen Verfahrens zur Belastungsbewertung manueller Arbeitsprozesse in der Fertigung: Beitrag zur Belastungsermittlung im Rahmen der E-RA-Entgeltfindung (Dissertation). TU Darmstadt, Darmstadt.
- Bergsten, E. L., Mathiassen, S. E., & Vingård, E. (2015). Psychosocial work factors and musculoskeletal pain: a cross-sectional study among Swedish Flight Baggage Handlers. *BioMed Research International*, 2015.
- Bern, S. H., Brauer, C., Møller, K. L., Koblauch, H., Thygesen, L. C., Simonsen, E. B. Mikkelsen, S. (2013). Baggage handler seniority and musculoskeletal symptoms: is heavy lifting in awkward positions associated with the risk of pain? *BMJ Open*, 3.
- Bier, L., Sarmand, S., Steidel, V., & Wakula, J. (2019). Körpersegmentbezogener Beanspruchungsvergleich bei Mitarbeitern der Gepäck- und Flugzeugabfertigung eines Großflughafens. 65. Frühjahrskongress Der Gesellschaft Für Arbeitswissenschaft, Dresden. (in Vorber.)
- Kohn, M. (Ed.). (2011). Abschlusspublikation zum Projekt TAQP „Technologieinnovation, Arbeitsorganisation, Qualifizierung, Prävention – Systematisches Handlungskonzept für Produktivität und Gesundheit (TAQP), Teilvorhaben Prävention in altersgemischten Belegschaften – Umsetzung, Akzeptanz, Transfer“. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV).
- Lu, M.-L., Dufour, J. S., Weston, E. B., & Marras, W. S. (2018). Effectiveness of a vacuum lifting system in reducing spinal load during airline baggage handling. *Applied Ergonomics*, 70, 247–252. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.03.006>
- Rückert, A. (1990). Ergonomische Bewertung manueller Lastenhandhabungstätigkeiten in höhenbegrenzten Arbeitsräumen: Dargestellt am Fallbeispiel Flugzeugabfertigung eines Grossflughafens. Dokumentation Arbeitswissenschaft: Bd. 25. Köln: O. Schmidt.
- Schaub, K., Caragnano, G., Britzke, B., & Bruder, R. (2013). The European Assembly Worksheet. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 14, 616–639. <https://doi.org/10.1080/1463922X.2012.678283>
- TEA. (2017). Datenblatt Captiv Motion EN-2017.



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