



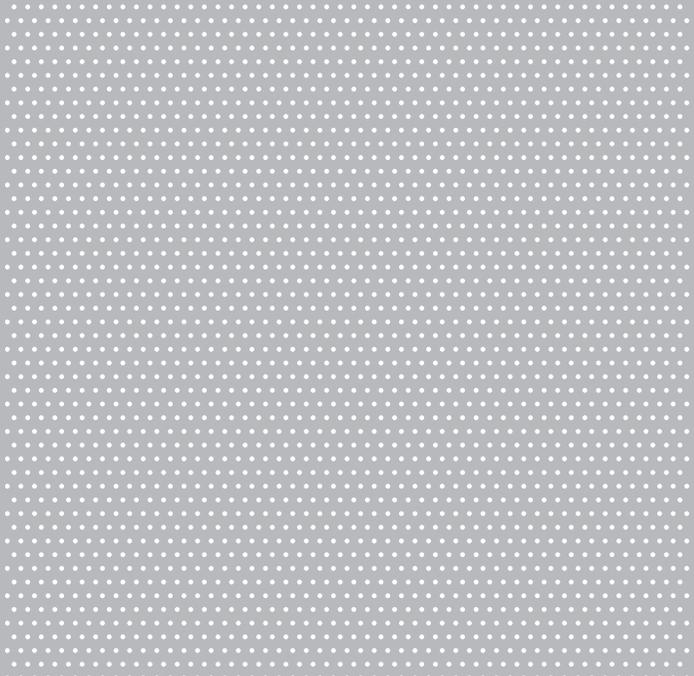
IFA

Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

4/2011

IFA-Report

Ermittlung der Belastung des
Muskel-Skelett-Systems bei
Verladetätigkeiten am Flughafen



Verfasser: Christian Böser, Rolf Ellegast, Markus Post
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen
Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)
Alte Heerstr. 111
53757 Sankt Augustin
Telefon: 02241/231-02
Telefax: 02241/231-2234
Internet: www.dguv.de/ifa
E-Mail: ifa@dguv.de

Redaktion und Satz: Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Herausgeber: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)
Mittelstr. 51
10117 Berlin
www.dguv.de
– Dezember 2011 –

Layout: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)

ISBN: 978-3-86423-021-9

ISSN: 2190-7994

Kurzfassung

Ermittlung der Belastung des Muskel-Skelett-Systems bei Verladetätigkeiten am Flughafen

Mitarbeiter im Gepäck- und Ladeservice an Flughäfen sind hohen Belastungen durch das Verladen und Umsetzen von Gepäckstücken ausgesetzt. Die große Anzahl und das Gewicht der Gepäckstücke, die an Verkehrsflughäfen manuell zu bewegen sind, können zu Rückenbeschwerden führen. Darüber hinaus wird der Ladeservice in Standardrumpfflugzeugen kriechend, kniend oder liegend im Laderaum unter dem Passagierdeck ausgeführt. Neben dem Rücken sind daher auch die Kniegelenke hoch belastet. Vor diesem Hintergrund wurden im Projekt TAQP – Technologieinnovation, Arbeitsorganisation, Qualifizierung, Prävention – Systematisches Handlungskonzept für Produktivität und Gesundheit – im Flughafenbetrieb zwei Assistenzsysteme eingeführt, um die Mitarbeiter bei der Arbeit unterstützen.

Bei diesen Systemen handelt es sich zum einen um eine Vakuumhebehilfe. Diese unterstützt die Gepäckabfertiger beim Entladen der Gepäckwagen oder der Container in der zentralen Gepäckverteilung (Transferzentrale). Zum anderen wurde ein Rollbettförderband untersucht, das eine Erweiterung der auf dem Flughafenvorfeld eingesetzten Förderbandwagen ist und das man in den Laderaum der Flugzeuge einführen kann. Die Gepäckstücke werden mit diesem System bis

zur Verladeposition im Flugzeug transportiert und dort mit einem Ladetisch auf Verladehöhe angehoben. Das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) untersuchte die Systeme im Praxiseinsatz unter den Aspekten Belastungsreduzierung, Handhabbarkeit und Einfluss auf die Arbeitszeit. Zur Quantifizierung der Ergebnisse wurden bei jedem untersuchten Mitarbeiter die Belastungen in konventioneller Arbeitsweise und mit technischer Unterstützung gemessen. Die Messungen erfolgten mit dem im IFA entwickelten personengebundenen Messsystem CUELA. Sie fanden im Zeitraum von März bis April 2009 am Frankfurter Flughafen statt.

Es konnte nachgewiesen werden, dass die untersuchten Systeme die Belastungen der Ladearbeiter wirksam reduzieren. Insbesondere die Vakuumhebehilfe bietet eine Entlastung bei der Handhabung der Gepäckstücke von bis zu 90 % bei maximaler Flexibilität in der Arbeitsprozessgestaltung. Die Systeme hatten keinen nennenswerten Einfluss auf die Körperhaltung der Ladearbeiter. Die Umschlagzeiten pro Gepäckstück sind geringfügig gestiegen, wobei sich allerdings auch keine nachteiligen Auswirkungen auf den betrieblichen Ablauf ergeben.

Abstract

Determination of the musculoskeletal strain during loading/unloading activities at airports

Baggage handlers working in baggage rooms and aircraft holds at airports experience severe strain during the loading and handling of items of baggage. The large number and weight of the baggage items that have to be moved manually at airports can cause back complaints. In addition, baggage handling in narrow-bodied aircraft is performed in crouching, kneeling or prostrate postures in the hold under the passenger deck. Not only the back, but also the knee joints are therefore highly stressed. In view of this, in connection with the TAQP project (German acronym for “technological innovation, work organisation, training, prevention” – systematic handling strategy for productivity and health), two assistance systems have been introduced in airport operations to reduce the strain on baggage handlers.

The systems investigated are a vacuum lifting aid that supports baggage handlers when unloading the baggage cart or the container in the central baggage room (transfer centre). The second system investigated is a roller-track conveyor that represents an extension of the mobile bag conveyor belts employed on the airport apron and can be inserted into aircraft holds. The items of baggage are

carried by this system to the loading position in the aircraft and raised there by a loading table to loading height.

The IFA investigated these systems in practical use in terms of reduction in exertion, handling characteristics and effects on productivity. To quantify the results, the level of exertion was measured on each investigated employee during conventional work and during work with technical assistance.

The measurements were performed with the CUELA personal measuring system developed at the IFA and carried out at Frankfurt Airport from March to April 2009.

The investigated systems effectively reduce the exertion of baggage handlers. The vacuum lifting aid in particular achieves a reduction in exertion of up to 90% during the handling of pieces of baggage while permitting maximum flexibility in design of the work process. The systems had no significant effect on the posture of baggage handlers. The handling times per piece of baggage rose slightly; however, this did not have any detrimental effect on operational processes.

Résumé

Détermination de la sollicitation du système musculosquelettique lors d'opérations de manutention dans des aéroports

Les personnes assurant les opérations de chargement et de transbordement des bagages dans les aéroports sont soumises à des sollicitations élevées. En effet, le grand nombre et le poids des bagages à manutentionner manuellement dans les aéroports peuvent conduire à des douleurs dorsales. En outre, le chargement des bagages dans les avions à fuselage standard s'effectuant en rampant ainsi qu'en position agenouillée ou couchée dans la soute à bagages se trouvant sous la cabine des passagers, les articulations du genou sont également soumises à des sollicitations élevées. C'est pourquoi deux systèmes d'assistance ont été introduits dans le cadre du projet TAQP – innovation technologique, organisation du travail, qualification, prévention – programme systématique d'amélioration de la productivité et de la santé – dans le but de faciliter les opérations de manutention dans les aéroports. Il s'agit, d'une part, d'un système de levage par le vide qui facilite le déchargement des fourgons à bagages ou des conteneurs dans la zone de livraison des bagages. Le second système est un transporteur à rouleaux qui est une extension des transporteurs à bande utilisés sur les aires de trafic des aéroports et que l'on peut introduire dans la soute à bagages des avions. Avec ce système, les bagages sont transportés jusqu'à la position de

chargement dans l'avion, puis soulevés jusqu'à la hauteur de chargement à l'aide d'une table de chargement. L'Institut de sécurité du travail de l'Assurance sociale allemande des accidents du travail et des maladies professionnelles (IFA) a procédé à des études de ces systèmes dans l'environnement de travail portant sur les aspects réduction des sollicitations, maniabilité et influence sur la durée du travail. Afin de quantifier les résultats, les sollicitations avec et sans assistance technique ont été mesurées pour chaque travailleur faisant l'objet de l'étude. Les mesures ont été réalisées avec le système de mesure individuel CUELA, qui a été développé par l'IFA, de mars à avril 2009 à l'aéroport de Francfort.

Les systèmes étudiés réduisent de façon efficace les sollicitations des manutentionnaires. Le système de levage par le vide procure notamment une réduction des sollicitations lors de la manutention de bagages pouvant atteindre 90 % et offre une flexibilité maximale en ce qui concerne l'organisation du travail. Les systèmes n'ont aucune influence notable sur la position des manutentionnaires. Les temps de transbordement par bagage ont légèrement augmenté, ce qui n'a cependant pas entraîné des retards trop importants dans l'exécution du travail.

Resumen

Investigación sobre el esfuerzo del sistema muscular esquelético durante las actividades de carga en el aeropuerto

Los trabajadores del servicio de gestión y carga de equipajes de los aeropuertos están sometidos a grandes esfuerzos durante la carga y el traslado de las maletas. El gran número de maletas, que en los aeropuertos de tráfico se han de manejar manualmente, y su elevado peso pueden provocar molestias en la espalda. Además, el servicio de carga de equipajes en los aviones de fuselaje estándar se lleva a cabo arrastrándose, de rodillas o tumbándose sobre el área de carga situada debajo la cubierta donde se encuentran los pasajeros. Por eso, además de la espalda, las articulaciones de la rodilla también resultan altamente cargadas. Con este trasfondo, en el proyecto TAQP – innovación tecnológica, organización laboral, cualificación y prevención – planes de actuación sistemáticos para la productividad y la salud – se implantaron dos sistemas de asistencia en el servicio aeroportuario para ayudar a los trabajadores en sus tareas. Por un lado, estos sistemas se basan en un sistema de elevación por vacío. Este sistema ayuda al personal encargado del equipaje a descargar el carro o contenedor que transporta el equipaje en el centro de distribución de equipajes (central de transferencia). Por otro lado, se analizó una cinta transportadora de rodillos, que es una ampliación del vehículo automotor de la banda transportadora empleado en el aeropuerto y que se puede utilizar en la zona de carga del avión. Con este sistema las maletas son transportadas

hasta la posición de carga en el avión, donde son elevadas a la altura de carga con ayuda de una mesa de carga. En un empleo práctico, el Instituto para la Seguridad y Salud Ocupacional del Seguro de Accidentes Sociales de Alemania (IFA) analizó los sistemas considerando los aspectos de reducción del esfuerzo, manejo e influencia sobre la jornada laboral. A fin de cuantificar los resultados, se midió el esfuerzo realizado por cada uno de los trabajadores evaluados en el modo de trabajar convencional y con la ayuda técnica. Las mediciones se llevaron a cabo con el sistema de medición CUELA personalizado desarrollado en el IFA en un periodo de tiempo comprendido entre marzo y abril de 2009 en el aeropuerto de Fráncfort (Alemania).

Los sistemas analizados reducen eficazmente el esfuerzo de los trabajadores del servicio de carga. En especial el sistema de elevación por vacío proporciona una descarga durante la gestión del equipaje de hasta el 90 %, ofreciendo una flexibilidad máxima a la hora de configurar los procesos de trabajo. Los sistemas no ejercieron ninguna influencia notable sobre la postura del trabajador en el servicio de carga. El tiempo de trasbordo por maleta aumenta ligeramente; no obstante, no se registraron impactos desfavorables sobre los procesos operativos.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
2	Methoden.....	15
2.1	Belastungsermittlung Gepäckabfertiger	15
2.2	Belastungsermittlung Flugzeugabfertiger	18
2.3	Messtechnik.....	21
2.4	Bewertung der Messdaten	24
2.4.1	Die Leitmerkalmethode (LMM)	24
2.4.2	Das OWAS-Verfahren	25
2.4.3	IFA-Tätigkeits-/Haltungscode	26
2.4.4	Gelenkwinkelstellungen und deren Bewertung.....	26
3	Ergebnisse: Gepäckabfertiger.....	29
3.1	Messung der Belastungsreduzierung durch die Hebehilfe	29
3.2	Einfluss der Hebehilfe auf die Körperhaltung.....	32
3.3	Die Körperhaltung während der Lastenhandhabung	37
3.4	Belastungsbewertung mit arbeitswissenschaftlichen Methoden	39
3.5	Einfluss der Hebehilfe auf die Arbeitsleistung	43
4	Ergebnisse: Flugzeugabfertiger im Ladeservice.....	45
4.1	Messung der Belastung bei der Gepäckhandhabung	45
4.2	Ergebnisse zur Messung der Körperhaltungen der Ladearbeiter	46
4.3	Ermittlung der Gepäckumsatzrate	53
5	Diskussion der Ergebnisse und abgeleitete Empfehlungen	55
5.1	Zusammenfassung der Ergebnisse im Gepäckservice	55
5.2	Zusammenfassung der Ergebnisse im Ladeservice	56
	Literatur	59

1 Einleitung

Bodenverkehrsdienste haben bei der Abfertigung von Passagierflugzeugen auf Flughäfen eine zentrale Bedeutung. Dazu gehören unter anderem das Be- und Entladen der Gepäckstücke im Flugzeug und die Weiterleitung im Terminal. Teilweise können moderne Logistiksysteme diese Aufgaben, bestehend aus vollständig automatisierten Transport-, Kontroll- und Sortieranlagen, ausführen. Ebenfalls setzt man bereits Gepäckroboter für die Beladung von Gepäckcontainern ein. Letztere stoßen allerdings häufig an ihre Grenzen, da nicht immer identische Teile in der gleichen Art und Weise gehandhabt werden, sondern Gepäckstücke jeder Form und Größe und in jeder erdenklichen Lage vom Roboter an viele verschiedene Stellen in einer Ladeeinheit gepackt werden müssen [1]. Somit hat der Gepäckabfertiger je nach Station unterschiedliche Aufgaben zu erfüllen, die in den meisten Fällen mit einem manuellen Anheben oder Umsetzen der Gepäckstücke einhergehen. In Zukunft wird sich die Belastung erhöhen, da steigendes Passagieraufkommen – in Deutschland zwischen 1999 und 2009 mit einem Anstieg von 35,9 % – und wachsender Kostendruck von den Bodenverkehrsdiensten eine erhöhte Leistungsfähigkeit erfordern [2].

Es ist international bekannt, dass die Mitarbeiter in den Bereichen der Gepäckabfertigung starken Belastungen des Muskel-Skelett-Systems ausgesetzt sind. Verschiedene Untersuchungen befassen sich mit solchen Belastungen und Möglichkeiten, diese zu reduzieren. In einer 1998 von Dell [3] durchgeführten Umfrage unter 156 Gepäck- und

Flugzeugabfertigern wird unter anderem gefragt, an welchem Arbeitsplatz aus Sicht der Arbeiter die meisten Rückenerkrankungen auftreten. 70 % der Befragten nannten die Arbeitsplätze im Laderaum von Standardrumpfflugzeugen. Alle weiteren Arbeitsplätze erhielten nur einen Bruchteil der Nennungen. So fällt die Gepäcksortierung mit 6 % hinter die Arbeiten außerhalb des Flugzeugs mit 7 % und beide sogar hinter den Check-In-Bereich (8 %) zurück (vgl. Tabelle 1, S. 2; in Dell [3]). Die Unfallstatistik des Flughafens Wien zeigt ein ähnliches Bild. In den Jahren 2000 bis 2006 rangiert der prozentuale Anteil des Betriebsbereichs „Be- und Entladung“ ganz vorne bei den durch Heben, Tragen und Verschieben von schweren Gegenständen verursachten Unfällen. Nur im Jahr 2004 war der Betriebsbereich „Gepäckzentrale“ häufigster Ort von Unfällen, der im Mittel den zweiten Rang belegt [4]. Die Health and Safety Executive (HSE) hat 2005 an drei Flughäfen in Großbritannien Risikofaktoren muskuloskelettaler Verletzungen mit dem von ihr entwickelten Manual Handling Assessment Chart 4 (MAC) identifiziert und bewertet. An erster Stelle der als besonders risikobehaftet bezeichneten Bereiche wird auch hier die Arbeit im Laderaum der Flugzeuge genannt [3; 5]. Weiterhin listet HSE die Frequenz und das Gewicht des Gepäcks, das Heben von Lasten, die weit vom Körperschwerpunkt entfernt sind, Handhabungen unter Knie- bzw. über Schulterhöhe sowie Schieben und Ziehen von Equipment [6].

Es stellt sich somit die Frage, welche technischen Maßnahmen geeignet sind, die

Muskel-Skelett-Belastung der Gepäckabfertiger wirkungsvoll zu reduzieren. In einer Fortsetzung des HSE-Berichts von 2005 zeigt *Riley* [7] eine Übersicht technischer Geräte, die Flugzeugabfertiger bei den Arbeiten im Laderaum der Flugzeuge entlasten sollen. Direkt in den Laderäumen der Flugzeuge werden die Systeme von Telair (Sliding Carpet Loading System, SCLS) und Air Cargo Equipment (Telescopic Baggage Cargo System, TBS) installiert. Mittels 3D-Video-Analyse und Modellen von Flugzeugladeräumen, die mit SCLS, TBS oder keinem der Systeme ausgestattet waren, untersuchte *Dell* [8] den ergonomischen Nutzen der Systeme. Die Systeme verändern jedoch nur den Ort, an dem der Flugzeugabfertiger das Gepäck stapelt. Die Belastungen der Arbeiter beim Stapeln des Gepäcks ändern sich dabei nicht. Bei der Arbeit in einem mit TBS ausgestatteten Laderaum zeigte das biomechanische Modell im Vergleich zu einem Laderaum ohne Ladesystem sogar eine statistisch signifikant höhere Bandscheibenkompression. Der Vergleich von Laderäumen ohne Ladesystem und solchen mit SCLS zeigte hingegen keine signifikanten Unterschiede [8]. Als mobil einsetzbares Gerät bieten drei Hersteller einen „erweiterten“ Förderbandwagen an. Die Produkte von FMC Technologies (Rampsnake), Power Stow (Power Stow Rollertrack Conveyor) und NMC Wollard (Mongoose) übernehmen den Transport des Gepäcks oder sonstigen Transportgutes im flachen Laderaum der Flugzeuge. Die Aktivität der Flugzeugabfertiger im Laderaum beschränkt sich damit auf das Stapeln der Gepäckstücke sowie auf das Ein- und Ausbringen des Systems. Ein Hubtisch am Ende der Förderstrecke im Flugzeug entlastet die Flugzeugabfertiger zusätzlich. Zu den durch den Einsatz der erweiterten Förderbandwagen

erzielten Verbesserungen für die Flugzeugabfertiger nennt *Riley* eine im Auftrag von KLM durchgeführte Studie von *Koelewijn*. Unter Berücksichtigung der Herzfrequenz, des subjektiven Dyspnoe-Empfindens (Borg-RPE), der Körperhaltung (OWAS) und der Druck- und Zugkräfte wurden die Arbeiten mit einem konventionellen Förderbandwagen und einer Rampsnake verglichen. *Koelewijn* zieht für das Produkt Rampsnake ein positives Fazit und empfiehlt dessen Verwendung, so *Riley*, der von 39 Rampsnake-Bestellungen seitens KLM für den Amsterdamer Flughafen Schiphol berichtet.

Die Fa. Telair bietet mit dem Produkt RTT-Longreach ein ähnliches Gerät an. Auch dieses Gerät transportiert das Gepäck durch eine Förderstrecke bis in den Laderaum des Flugzeugs, jedoch nur bis in den Bereich nahe der Ladeluke. Bei Flugzeugen mit langem Rumpf muss ein Flugzeugabfertiger das Gepäck weiterhin bis zur endgültigen Ladeposition bewegen. Der Hubtisch, der das Gepäck bis auf Stapelhöhe befördern kann, ist somit nur bei Flugzeugen mit sehr kurzen Laderäumen (z. B. A 319) oder in Kombination mit dem SCLS oder dem TBS nutzbar. Bezug nehmend auf das Ergebnis eines unveröffentlichten Berichts für Quantas Airways stellt *Dell* fest, dass der RTT-Longreach eingesetzt werden muss, um die Verwendung von SCLS und TBS zu verbessern [8].

Die Entwicklungen in der Gepäcksortierung, in der die Hauptaufgaben das Be- und Entladen von Luftfrachtcontainern (ULD, Unit Load Device) und Gepäckwagen sind, verfolgen zwei verschiedene Ansätze. Zum einen reduzieren Hebehilfen die durch den Gepäckabfertiger zu bewegende Masse, zum anderen wird eine vollständig automatisierte

Verladung angestrebt. Eine vollständige Automatisierung bei der Entladung von Containern und Gepäckwagen ist das Ziel des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekts Genesys (Generisches Entladesystem) [9]. Die vollautomatische Beladung von Containern wird am Flughafen Amsterdam Schiphol getestet. Hier sind speziell angepasste Industrieroboter sowie die zugehörige Software in die Gepäcksortieranlage integriert. Das System hat sich dort bewährt und wird nicht nur als Testanlage eingesetzt, sondern auch im täglichen Betrieb. Am Flughafen München wurden 2006/2007 die Einsatzmöglichkeiten sowie die Wirtschaftlichkeit des Systems analysiert und eine grundsätzliche Eignung für beide Terminals festgestellt [1]. Am Konrad-Adenauer-Flughafen Köln/Bonn ist der Prototyp eines vergleichbaren Systems der Lödige Industries GmbH installiert, das ULDs selbstständig belädt [10].

Im Rahmen des Projektes TAQP wurden im Gepäck- und Ladeservice des Frankfurter Flughafens zwei neue technische Systeme eingeführt, von denen erwartet wird, dass

sie die körperlichen Belastungen der Mitarbeiter verringern und die Produktivität und Wirtschaftlichkeit des Betriebes steigern [11]. Bei diesen Systemen handelt es sich um die Vakuumhebehilfe Vaculex TP (www.vaculex.com) und das Rollbettförderband Power Stow Rollertrack Conveyor, im Folgenden Powerstow (www.powerstow.com) genannt.

Vaculex TP ist eine Hebehilfe des schwedischen Herstellers Vaculex AB (Abbildung 1). Es ist ein speziell für schnelle Handhabungen von Paketen und anderen Objekten entwickeltes Hubgerät, das die Objekte durch einen mittels Vakuumpumpe erzeugten Unterdruck anhebt. Es lassen sich Gepäckstücke mit einer Masse bis 50 kg handhaben, wobei diese von jeder Seite gegriffen und um 360° gedreht werden können. Die horizontale Bewegung der Gepäckstücke erfolgt manuell; das System Vaculex TP ist dazu an Laufschienen unter der Decke befestigt. Der Hersteller des Systems verspricht eine extrem schnelle, ergonomische und sichere einhändige Handhabung von Lasten bei niedrigen Investitions- und Wartungskosten.



Abbildung 1:
Die Vakuumhebehilfe Vaculex TP im Einsatz bei der Fraport AG

Am Flughafen Frankfurt am Main kommt dieses System mit einer elektrischen Vakuumpumpe und ovalem Saugfuß zum Einsatz, der die Handhabung von Koffern, aber auch die Handhabung von Säcken und mit Schrumpffolie ummantelter Güter ermöglicht. Die Vakuumpumpe ist in einem systemeigenen Gehäuse mit effektiver Schalldämmung untergebracht.

Das System Powerstow ist eine Erweiterung für die üblichen auf dem Flughafenvorfeld eingesetzten Gepäckförderbänder. Es ist ein von Power Stow A/S entwickeltes Fördersystem zum Einsatz im unteren Laderaum von Flugzeugen (Belly). Powerstow ergänzt das vorhandene Förderband um eine flexible Rollenkette und einen pneumatischen Hubtisch, der bis zu acht Meter in den Belly hineingefahren werden kann und eine Masse von 200 kg auf die gewünschte Höhe befördert. Zwischen Hubtisch und Förderband wird das Transportgut von angetriebenen, hintereinander angeordneten Rollen transportiert. Die Rollen sind seitlich schwenkbar miteinander

verbunden, sodass die Förderstrecke auch direkt hinter der Laderaumluke im rechten Winkel geführt werden kann (Abbildung 2). Jede dieser Rollen ist mit 1 000 N belastbar. Gepäckstücke, Fracht und Post, deren Abmessungen 20 cm · 20 cm unterschreiten, können nicht transportiert werden.

Das System ist in einer Kassette untergebracht, die unterhalb der am Flughafen vorhandenen Gepäckförderbänder montiert ist. Die Bedienung erfolgt durch ein Panel am Hubtisch, wobei die Grundfunktionen des Förderbandes nicht beeinträchtigt werden und die Mitarbeiter sich nicht auf neue Geräte einstellen müssen. Die Transportgeschwindigkeiten des Förderbandes und des Powerstows sind synchronisiert und können stufenlos reguliert werden.

Die beiden technischen Systeme Vakuumhebehilfe Vaculex und Rollbettförderband Powerstow sind Erfolg versprechende Hilfsmittel für eine signifikante Belastungsreduzierung bei Verladetätigkeiten an Flughäfen.

Abbildung 2:
Powerstow (Quelle: Power Stow A/S)



Das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) führte auf Initiative der Unfallkasse Hessen daher eine Feldstudie zur Ermittlung der Belastungen des Muskel-Skelett-Systems am Frankfurter Flughafen durch. Dabei wurden die Belastungen der Gepäck- und Flugzeugabfertiger an den vorhandenen, technisch unveränderten Arbeitsplätzen ermittelt und mit den Belastungen an den technisch veränderten Arbeitsplätzen verglichen.

Ziel der Untersuchung war die Beantwortung folgender Fragen:

- Führt die Arbeit unter Nutzung der technischen Systeme gegenüber der konventionellen Arbeit zu einer Entlastung des Muskel-Skelett-Systems?
- Hat die Nutzung der technischen Systeme eine Änderung der Körperhaltungen zur Folge?
- Beeinflussen die Transportsysteme (Gepäckwagen, ULDs) die Körperhaltung der Gepäckabfertiger?
- Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Körperhöhe der Gepäckabfertiger und deren Körperhaltung?
- Bei welchen Gepäckgewichten ergibt sich für die Gepäckabfertiger die höchste Entlastung?
- Gibt es Unterschiede in der präventiven Wirkung zwischen Ent- und Beladung der Flugzeuge mittels Rollbettförderband?
- Wie gut ist die Anwendbarkeit der eingesetzten Systeme?
- Wie gut ist die Prozessverträglichkeit, auch bei hohem Arbeitsaufkommen oder Betriebsstörungen?
- Welchen Einfluss haben die Systeme auf die Arbeitsweise und die Arbeitsleistung?
- Welche Empfehlungen können zum Einsatz der Systeme ausgesprochen werden?

Darüber hinaus wurden Vor- und Nachteile der Systeme sowie Einschätzungen der Mitarbeiter gesammelt, die in diesem Report zu einem Gesamtbild des Einsatzes der untersuchten Systeme zusammengetragen werden.

2 Methoden

Das IFA untersuchte die ausgewählten Bereiche der Gepäck- und Flugzeugabfertiger mit dem im IFA entwickelten und seit einigen Jahren im Praxiseinsatz bewährtem Messsystem CUELA (Computer unterstützte Erfassung und Langzeit-Analyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems) [12].

2.1 Belastungsermittlung Gepäckabfertiger

Die untersuchten Gepäckabfertiger in der Transferzentrale arbeiteten an dem Gepäckband, an dem die drei Vakuumhebehilfen installiert sind. Die Haupttätigkeit ist das Umsetzen der Gepäckstücke auf das Förderband, auf dem es geröntgt und anschließend unterirdisch weiterverteilt wird. Sperrgepäck wird separat geröntgt, zur Seite gelegt und anschließend auf einen Gepäckwagen geladen. Somit wurden alle Umsetztätigkeiten der Gepäckstücke untersucht. Das Rangieren der Containerdollies (Containerdolly = Rollgestell, auf dem der Container auf dem Flughafenvorfeld bewegt wird) ist ebenfalls eine körperlich belastende Tätigkeit, jedoch nicht Bestandteil dieser Untersuchung.

Gemessen wurden ca. 45 Minuten manuelle Gepäckentladung und anschließend 45 Minuten unterstützte Gepäckentladung. Somit kann jeweils für eine Versuchsperson ein etwa gleiches Gepäckaufkommen angenommen werden, das für den Vergleich der Umschlagzahlen notwendig ist. Alle Messungen in der Transferzentrale fanden in der Frühschicht statt. Nach Aussage der Fraport AG gibt es zu Beginn der Frühschicht

ein hohes Gepäckaufkommen, das gegen 11:00 Uhr einen Tiefpunkt erreicht und in der Mittagszeit allmählich wieder ansteigt. Dadurch kommt es in einer Arbeitsschicht zu unterschiedlichen Umschlagzahlen in der Transferzentrale. In Tabelle 1 sind die Messzeiträume und die zugehörigen individuellen Probandendaten dargestellt.

Es wurden zehn männliche Probanden gemessen und schließlich acht Probanden (Alter: $30,75 \pm 7,42$ Jahre, Körpergröße: $178 \pm 4,41$ cm, Gewicht mit Arbeitskleidung: $100,63 \pm 11,37$ kg) zur Auswertung herangezogen. Bei einer Messung kam es zu einer längeren Betriebsstörung und in einem anderen Fall konnten die Lastgewichtsdaten nicht zuverlässig gemessen werden. Diese Messintervalle sind in Tabelle 1 hellblau unterlegt. Alle Probanden haben mehrjährige Berufserfahrung in diesem Arbeitsbereich.

Um die Arbeitsleistungen in den unterschiedlichen Messzeiten miteinander vergleichen zu können, wurden die Tätigkeitsintervalle auf eine Stunde skaliert. Während der Messungen wurde die Transferstation, an der die Messung an den Probanden erfolgte, von den Gepäckwagenfahrern bevorzugt bedient, unabhängig vom Einsatz der Hebehilfe. Dadurch ergibt sich in der Gesamtbetrachtung ein verdichtetes Arbeitsaufkommen. Allerdings ist im Hinblick auf den Messtermin zu beachten, dass das Passagieraufkommen zwischen Februar und April eher durchschnittlich ist und als Folge der Wirtschaftskrise im Jahr 2009 eher geringe Passagierzahlen abgefertigt wurden [2].

Vergleichszahlen der Fraport AG zeigen, dass der durchschnittliche Gepäckumsatz während der Messungen über der durchschnittlichen Tagesleistung von August 2009 (Ferienzeit) liegt, allerdings auch unterhalb des Zehn-Minuten-Spitzenwertes. Somit deckt die Messsituation eine hohe Arbeitsleistung ab, die zwar kurzfristig noch übertroffen werden kann, aber oberhalb der Tagesleistung in Spitzenzeiten liegt.

Das Gepäck, das auf das Transferband umgesetzt wird, wird aus Gepäckwagen und Containern entnommen. Um den Einfluss des Gepäcktransportsystems zu erfassen, wurde bei der Ermittlung der Körperhaltungen zwischen den drei eingesetzten Gepäcktransportsystemen unterschieden (Abbildung 3).

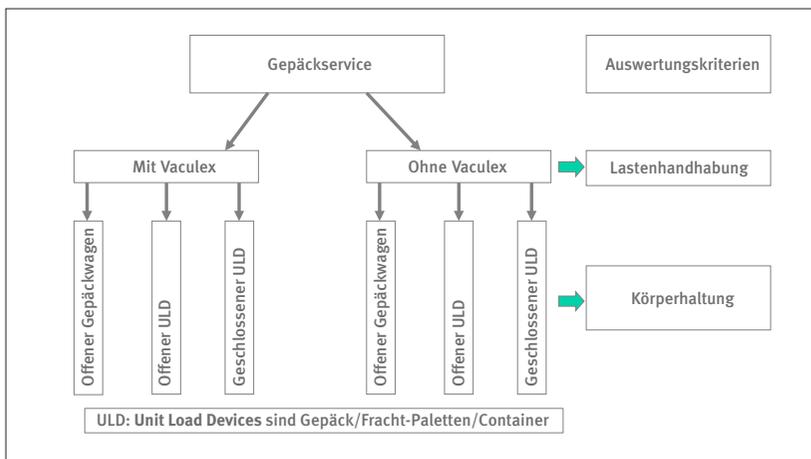
Tabelle 1:

Messung bei der Fraport AG in der Transferzentrale (BVD-IG), MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Proband/ Messung	von	bis	Dauer in min	Alter in Jahren	Körper- größe in cm	Gewicht in kg	Bemerkung
BVD-IG_P01_01_ohne_Vac	06:20	07:12	52	24	177	95,5	
BVD-IG_P01_01_mit_Vac	07:12	07:57	45	„	„	„	
BVD-IG_P02_01_ohne_Vac	08:30	09:11	41	40	180	119,8	
BVD-IG_P02_01_mit_Vac	09:11	09:58	47	„	„	„	
BVD-IG_P03_01_ohne_Vac	11:30	12:12	42	40	174	109	mehrfacher Wechsel zwischen den Tätigkeiten
BVD-IG_P03_01_mit_Vac	12:12	13:44	32	„	„	„	
BVD-IG_P04_01_ohne_Vac	06:30	07:18	48	37	175	90,3	
BVD-IG_P04_01_mit_Vac	07:18	07:57	39	„	„	„	
BVD-IG_P05_01_ohne_Vac	07:00	07:45	45	32	176	110,2	
BVD-IG_P05_01_mit_Vac	07:45	08:31	46	„	„	„	
BVD-IG_P06_01_ohne_Vac	09:00	09:43	43	24	177	94,6	
BVD-IG_P06_01_mit_Vac	09:43	10:10	27	„	„	„	

Proband/ Messung	von	bis	Dauer in min	Alter in Jahren	Körper- größe in cm	Gewicht in kg	Bemerkung
BVD-IG_P07_01_ohne_Vac	07:25	08:10	45	41	176	82,6	Störung im Betriebsablauf, keine Auswertung
BVD-IG_P07_01_mit_Vac	08:10	08:51	41				
BVD-IG_P08_01_ohne_Vac	09:30	10:20	50	32	172	95	Lastgewichtsdaten unbrauchbar
BVD-IG_P08_01_mit_Vac	10:23	11:00	37				
BVD-IG_P09_01_ohne_Vac	07:15	08:00	45	23	177	86,3	
BVD-IG_P09_01_mit_Vac	08:00	08:45	45	„	„	„	
BVD-IG_P10_01_ohne_Vac	09:15	10:00	45	26	188	99,4	
BVD-IG_P10_01_mit_Vac	10:00	10:42	42	„	„	„	
MW			42,75	30,75	178	100,64	
SD			6,05	7,42	4,41	11,37	

Abbildung 3:
Berücksichtigung des Gepäcktransportsystems und der Hebehilfe bei der Analyse der Körperhaltung



Benutzt wurden

- offene Gepäckwagen
- Gepäckcontainer mit zu öffnendem Deckel (ULD, Unit Load Device)
- Gepäckcontainer mit geschlossenem Deckel

Dabei wurden einschränkend zur Belastungsermittlung der Gepäckabfertiger nur die Entladeintervalle untersucht, jeweils ohne und mit Hebehilfe. Durch diese Auswahl entfallen Nebentätigkeiten wie das Umdrehen der Containerdollies und die ablaufbedingten Wartezeiten, wodurch eine komprimierte

Arbeitstätigkeit abgebildet wird. Diese Fokussierung auf die Entladeintervalle soll es erlauben, eine möglicherweise bestehende Abhängigkeit zwischen Transportsystem und Körperhaltung besser nachweisen zu können.

2.2 Belastungsermittlung Flugzeugabfertiger

Die Messungen der Flugzeugabfertiger erforderten einen höheren logistischen und damit auch zeitlichen Aufwand als die Messungen in der Transferzentrale. Die Messungen wurden in der vorliegenden Untersuchung mit 13 Probanden (Tabelle 2) durchgeführt.

Tabelle 2:
Probanden des Ladeservice, Abteilung BVD-RL1 und RL3

Proband Nr.	Alter in Jahren	Körpergröße in cm	Gewicht in kg
1	43	176	78,8
2	43	180	87,8
3	23	178	120,8
4	44	181	87,2
5	41	180	94
6	38	172	93,5
7	44	183	95
8	41	176	81
9	42	176	100,3
10	39	170	96,2
11	43	167	84,4
12	43	180	91
13	47	185	87,1
Mittelwert	40,9	177,2	92,7
Standardabweichung	5,8	5,2	10,8

Die Auswahl der Flugzeuge, deren Be- und/oder Entladung gemessen wurde, erfolgte auf der Grundlage des Flug- und Ladeplans. Ziel war es, mit jedem Probanden je eine Be- oder Entladung mit und ohne Unterstützung durch Powerstow zu erfassen. Bevorzugt wählte man Flugzeuge aus Feriendestinationen aus, da hier im Allgemeinen mit einem höheren Gepäckaufkommen gerechnet wird. In der Summe wurden 32 Be- und Entladungen erfasst. Um die Vergleichbarkeit der Ladetätigkeiten zu gewährleisten, wurden Messungen, bei denen Störungen im Betriebsablauf auftraten, nicht berücksichtigt (in Tabelle 3 hellblau unterlegt). Ebenso wurden die Messungen mit flugzeugintegriertem Ladesystem nicht verwendet. Von den 23 verbleibenden Messungen wurden flugzeugtypspezifische Paare gebildet, sodass schließlich 15 Messungen ausgewertet wurden.

Die Entscheidung, welches Flugzeug mit welcher Ladetechnik abgefertigt wird, traf man abhängig von den Frachtinformationen der Bodenverkehrsdienste. Es zeigt sich, dass bei den längeren Standardrumpfmaschinen A321 und B757/200&300 bevorzugt Powerstow eingesetzt wurde. Unter den Messungen der Vorauswahl ergibt sich bei diesen Flugzeugtypen ein Verhältnis „Powerstow : manuell“ von 7 : 1, in der Auswertung wurden 3 : 1 Messungen berücksichtigt. Das bedeutet: Vier Messungen wurden für die

Auswertung nicht berücksichtigt, damit die größere Anzahl der längeren Standardrumpfmaschinen unter Nutzung des Powerstows nicht zu einer Verzerrung der Analyse führt. Bei den kürzeren Standardrumpfmaschinen A319 und B737-800 beträgt das Verhältnis 13 : 6, ausgewählt wurde 5 : 6 Messungen. Nicht berücksichtigt wurden die Messungen, bei denen die Ladung zu einem überdurchschnittlichen Anteil aus Fracht oder Tieren bestand, oder bei geringen Gepäckmengen, bei denen die Ladearbeit weniger als zehn Minuten betrug. Damit wird ein ausgeglichenes Verhältnis über die Tätigkeiten Ent-/Beladung/mit/ohne Powerstow von 4-4-4-3 Messungen für die untersuchten Flugzeugtypen ausgewertet. Tabelle 3 zeigt eine Übersicht der infrage kommenden und der ausgewählten Messungen (fett gedruckt); die nicht ausgewerteten Messungen sind gelb unterlegt.

Als Messzeiten wurden die Zeiten erfasst, in denen der Flugzeugabfertiger im unteren Ladeabteil des Flugzeugrumpfes (Belly) tätig war. Die Messzeiten betragen zwischen 10 und 30 min, die mittlere Zeit der ausgewerteten Messungen betrug $19:51 \pm 06:44$ Minuten. Bei den 15 Messungen wurden 848 Gepäckstücke entladen und 719 Gepäckstücke beladen. Pro Ladevorgang ergeben sich damit im Durchschnitt $104,5 \pm 36,6$ Gepäckstücke.

Tabelle 3:
Messung bei der Fraport AG auf dem Flughafen Vorfeld (BVD-RL)

Messung	Flugzeug	Entladungen	Beladungen	Entladung mit Powerstow	Beladung mit Powerstow	Entladung ohne Powerstow	Beladung ohne Powerstow
BVD-RL_P01_mit_01	B738	1	1				
BVD-RL_P01_ohne_01	B738	1	1				1
BVD-RL_P02_mit_01	B753	1	0	1			
BVD-RL_P02_ohne_01	B753	1	0			1	
BVD-RL_P03_mit_01	B738	1	1	1	1		
BVD-RL_P03_ohne_01	B738	0	1				1
BVD-RL_P04_mit_01	B738	1	1	1	1		
BVD-RL_P05_mit_01	A321	1	0	1			
BVD-RL_P05_mit_02	A321	0	1		1		
BVD-RL_P05_ohne_01	B738	1	0			1	
BVD-RL_P06_mit_01	B738	1	1				
BVD-RL_P06_ohne_01	B753	1	0				
BVD-RL_P07_mit_01	B738	0	1		1		
BVD-RL_P07_ohne_01	B738	1	0			1	
BVD-RL_P08_mit_01	B738	1	1	1	1		
BVD-RL_P08_ohne_02	B738	1	0				
BVD-RL_P09_mit_01	B738	0	1		1		
BVD-RL_P09_ohne_01	B738	1	0				
BVD-RL_P10_mit_01	B738	1	0	1			
BVD-RL_P11_mit_01	B753	1	0				
BVD-RL_P11_mit_02	B752	1	1	1	1		
BVD-RL_P12_mit_01	B753	0	1		1		
BVD-RL_P12_ohne_01	A319	1	1			1	1
BVD-RL_P13_mit_01	B753	1	0	1			
Summe Ausgewertet				4	4	4	3

2.3 Messtechnik

Das zur Körperhaltungsmessung eingesetzte Messsystem CUELA besteht aus verschiedenen Sensoren (Potentiometer, Gyroskope, Inklinometer, Drehsensoren) und erfasst in der Sagittalebene die Flexion und Extension der Hüft- und Kniegelenke sowie die sagittalen und lateralen Bewegungen von Brust- und Lendenwirbelsäule und die Oberkörperrotation. Das ortsungebundene Messsystem wird auf der Arbeitskleidung getragen, ist individuell auf den Probanden einstellbar und erlaubt dadurch ein Arbeiten in gewohnter Art und Weise (Abbildung 4).

Abbildung 4:
Proband mit CUELA-Messsystem



Neben der Körperwinkelbestimmung ist das Messsystem in der Lage, die Bodenreaktionskräfte durch in die Arbeitsschuhe eingelegten Druckmesssohlen aufzuzeichnen, wodurch die Höhe der gehandhabten Lastgewichte bestimmt werden kann [13]. Diese Option wurde bei der Belastungsmessung der Gepäckabfertiger genutzt. Bei den Flugzeugabfertiger wurden die Druckmesssohlen nicht eingesetzt, da bei der überwiegend

knienden Tätigkeit die Kräfte über die Knie abgeleitet werden.

Alle Messdaten werden mit einer Abtastrate von 50 Hz erfasst, auf eine Speicherkarte geschrieben und können nach der Messung EDV-technisch ausgewertet werden (Abbildung 5). Um die gemessenen Belastungen den ausgeführten Tätigkeiten zuordnen zu können, werden die Messungen mit einer Videokamera begleitet und die Messdaten anschließend mit dem Video synchronisiert. Dabei werden 25 Bilder/Sekunde aufgezeichnet, was bei einer Messfrequenz von 50 Hz zwei Messwerten pro Bild entspricht und somit ein problemloses Zuordnen von Messdaten und Tätigkeit ermöglicht.

Die Berechnung der Körperhaltungswinkel, die Bestimmung der Lastgewichte und die Synchronisation mit der Videoaufzeichnung erfolgt mit der Auswertesoftware WIDAAN (Winkel-Daten-Analyse, Abbildung 6). Diese Software kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt der Messung Körperhaltungen anhand einer dreidimensionalen Computerfigur und einer frei wählbaren Kombination der Messdaten (Körperwinkel und -kräfte) durch zeitabhängige Graphen anzeigen. Aus dem simultan zu den Daten ablaufenden Video lassen sich die zugehörigen Arbeitssituationen mit einem Blick erfassen und auf Plausibilität überprüfen. Im Nachgang zu den Messungen wurden ausgewählte Tätigkeiten oder Situationen markiert. So konnte bei den Gepäckabfertiger sichergestellt werden, dass nur Gepäckstücke in die Laststatistik einfließen, nicht aber z. B. das Anheben der Deichsel der Gepäckwagen.

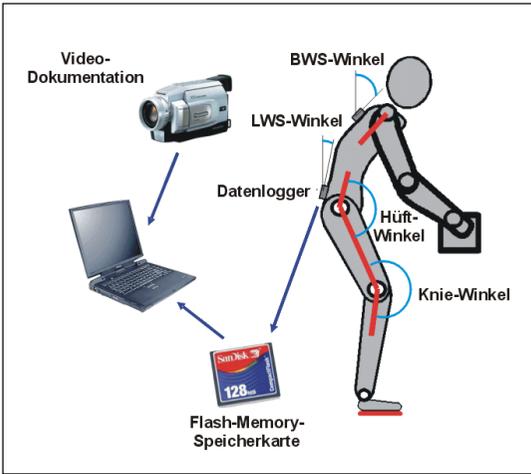
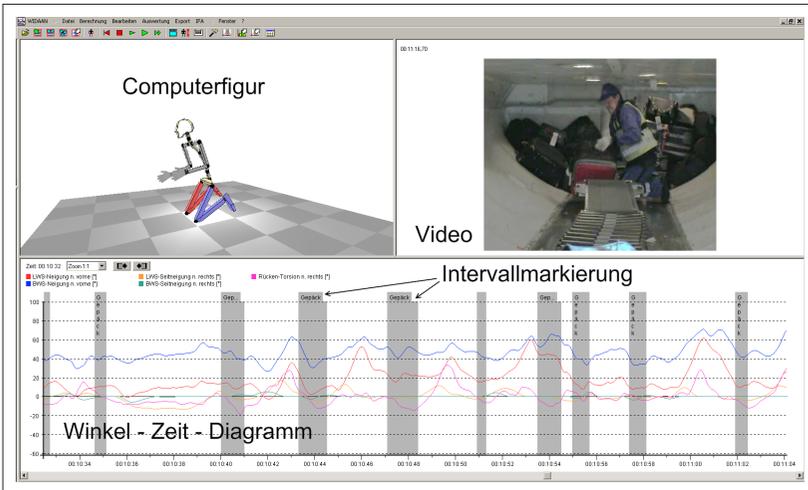


Abbildung 5:
Systematische Darstellung
des CUELA-Messaufbaus

Abbildung 6:
WIDAAN-Softwareoberfläche, aktive Fenster: 3D-Computerfigur,
Video,
Winkelgraphen mit manuell gesetzten Intervallen für Gepäckhandhabungen



Die Belastung der Flugzeugabfertiger durch das Anheben der Gepäckstücke konnte aufgrund der knienden Körperhaltung nicht mit den Druckmesssohlen erfasst werden. Hier wurde eine videogestützte Analyseverfahren gewählt. Die Intervalle mit

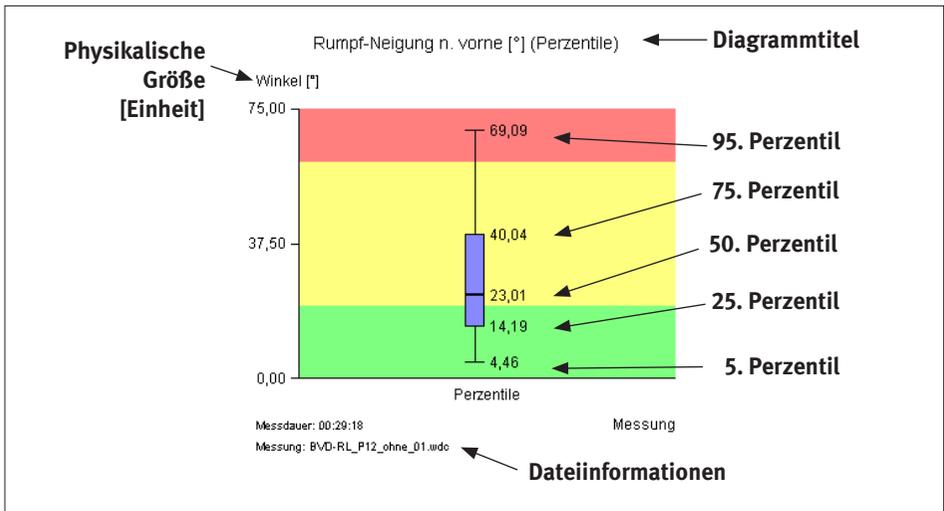
Gepäckhandhabungen wurden auf der Basis des Videos und der gemessenen Bewegungsdaten manuell gesetzt. Maßgebend war hier eine kraftbetonte/dynamische Handhabung der Gepäckstücke.

Da das Gewicht der einzelnen Gepäckstücke nicht bekannt war, wurde als Indikator für die Kraftanforderung die Gepäckhandhabungsdauer ermittelt. Man geht davon aus, dass eine längere Gepäckhandhabungsdauer einer höheren Belastung entspricht. Zur Vereinfachung wird ein lineares Verhältnis zwischen Gepäckhandhabungsdauer und Belastung angenommen. Da in der Praxis die Gepäckstücke bei der Nutzung von Powerstow nicht nur kürzer gehandhabt, sondern zusätzlich auch angehoben werden, ist die zugrunde gelegte Entlastungswirkung des Powerstows eher konservativ abgeschätzt. Mit dieser Bewertung lassen sich quantifizierbare Aussagen über die Belastung bei der Gepäckverladung im Belly machen.

Neben der Messdatenaufbereitung kann WIDAAN deskriptive Statistiken aller Körperwinkel und der Lasthandhabungen erstellen.

Die Software ermöglicht eine automatisierte Berechnung der charakteristischen Perzentilwerte der Verteilung aller Messkanäle und berechneten Variablen. Dabei werden fünf charakteristische Werte der Verteilung als Boxplot visualisiert. Für den Vergleich von Gelenk-/Körperwinkeln bietet der Boxplot (Box-and-Whiskers-Plot) eine übersichtliche Form der Darstellung, mit der die wichtigen Merkmale 5. Perzentil, unteres und oberes Quartil, Median und 95. Perzentil einer Verteilung visuell erfasst werden (Abbildung 7). Dieser Gesamteindruck der Daten bietet Hinweise über die relevanten Eigenschaften einer Verteilung wie Zentrum, Streuung, Symmetrie und Schiefe. Der Querstrich im Kasten (Box) entspricht dem Median. Die durch den Kasten vorgegebenen obere und untere Grenzen entsprechen dem 25. und 75. Perzentil. Demnach enthält der Kasten 50 % aller Werte.

Abbildung 7:
Automatisch generiertes Boxplot-Diagramm



Zwischen dem Median und der oberen bzw. unteren Kastengrenze liegen genau jeweils 25 % aller Werte. Die oberen und unteren antennenförmigen Begrenzungen (Whiskers) geben das 5. bzw. 95. Perzentil der Werte wieder.

Weiterhin enthält das Diagramm zahlreiche dokumentarische Informationen und ermöglicht wahlweise die Abbildung der Hintergrundfarben, sofern diese für den dargestellten Winkel definiert sind. Die Farbgrenzen entsprechen den Zonen nach DIN EN 1005-4 [14] bzw. ISO 11226.

2.4 Bewertung der Messdaten

2.4.1 Die Leitmerkalmethode (LMM)

Die Leitmerkalmethode [15] dient der orientierenden Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Heben und Tragen von Lasten. Die Beurteilung geschieht grundsätzlich für Teiltätigkeiten. Wechseln innerhalb einer Teiltätigkeit Lastgewichte und/oder Körperhaltungen, so können Mittelwerte gebildet werden. Zur Beurteilung sind drei Schritte erforderlich:

1. Bestimmung der Zeitwichtung,
2. Bestimmung der Wichtung der Leitmerkmale und
3. Bewertung.

Bei der Erfassung der Zeitwichtung und der Ausprägung der Leitmerkmale sind die Messdaten aus der CUELA-Messung hilfreich, besonders bei der Bildung von Mittelwerten. Zur Bewertung wird ein Risikowert ermittelt,

der Werte zwischen 3 und 100 annehmen kann:

- Werte unterhalb von 10 Punkten stehen für eine geringe Belastung, eine Gesundheitsgefährdung durch Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich.
- Werte von 10 bis 25 Punkten stehen für eine mittlere Belastung, eine körperliche Überbeanspruchung ist bei vermindert belastbaren Personen möglich. Für diesen Personenkreis sind Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll.
- Werte von 25 bis 50 Punkten stehen für eine erhöhte Belastung. Eine körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind angezeigt.
- Werte oberhalb von 50 Punkten kennzeichnen eine hohe Belastung. Eine körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich.

Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind aufgrund der individuellen Arbeitstechniken und Leistungsvoraussetzungen fließend. Damit darf die Einstufung nur als Orientierungshilfe verstanden werden; grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Belastung des Muskel-Skelett-Systems mit steigenden Punktwerten zunimmt. Dennoch lässt das Verfahren nur eine grobe Abschätzung der Belastung zu. Eine Summation von Arbeitsbelastungen aus unterschiedlichen Tätigkeiten ist nicht zulässig. Die Methode wird in dieser Untersuchung bei der Belastungsermittlung der Gepäckabfertiger eingesetzt. Die homogene Arbeitsweise und das bekannte Tagespensum

schaffen günstige Voraussetzungen zur Anwendbarkeit der Leitmerkmalmethode.

2.4.2 Das OWAS-Verfahren

Das arbeitswissenschaftliche OWAS-Verfahren [16] eignet sich zur überschlägigen Bewertung der Messdaten. Das Verfahren gibt einen Überblick über die Höhe der Belastungen und erlaubt Rückschlüsse auf deren Ursachen. Sowohl Schichtbelastungen als auch einzelne Arbeitsabschnitte oder Teiltätigkeiten können beurteilt werden.

Folgende Körperhaltungen gehen in die Bewertung ein (modifiziert nach OWAS):

- Oberkörper, gerade
- Oberkörper, gebeugt, Flexion der Lenden- und Brustwirbelsäule $> 60^\circ$
- Oberkörper, tordiert oder seitlich geneigt (Torsionswinkel $> 18^\circ$, Seitneigungswinkel $> 25^\circ$)
- Oberkörper, tordiert oder seitlich geneigt und gebeugt
- Stehen, beidbeinig, Beine gerade
- Stehen, beidbeinig, Beine gebeugt
- Stehen, einbeinig, Standbein gerade
- Stehen, einbeinig, Standbein gebeugt
- Gehen
- Knien
- Sitzen

Darüber hinaus berücksichtigt die OWAS-Methode die gehandhabten Lastgewichte. Die Kombination aus Körperhaltung und Lastgewicht wird zur Ermittlung der von OWAS für die Prävention empfohlene Risikoklasseneinteilung („Maßnahmenklassen“) übernommen:

- Klasse 1: „Die Körperhaltung ist normal. Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitshaltung sind nicht notwendig.“
- Klasse 2: „Die Körperhaltung ist belastend. Maßnahmen, die zu einer besseren Arbeitshaltung führen, sind in der nächsten Zeit durchzuführen.“
- Klasse 3: „Die Körperhaltung ist deutlich belastend. Maßnahmen, die zu einer besseren Arbeitshaltung führen, müssen so schnell wie möglich vorgenommen werden.“
- Klasse 4: „Die Körperhaltung ist deutlich schwer belastend. Maßnahmen, die zu einer besseren Arbeitshaltung führen, müssen unmittelbar getroffen werden.“

Die stetige Messung der Gelenkwinkel durch das CUELA-Messsystem führt zu einer Addition von kurzzeitig eingenommenen Extremhaltungen, die sich zu einem geringen Prozentsatz in den Maßnahmenklassen wiederfinden. Diese Extremhaltungen können zum Beispiel das Öffnen einer Tür (Verdrehung des Oberkörpers) oder das Binden der Schnürsenkel (Rumpfneigung und gebeugte Beine) sein. Diese Körperhaltungen sind vom physiologischen Standpunkt unkritisch, solange sie nicht durch den Arbeitsprozess erzwungen oder regelmäßig wiederholt werden. Mit der CUELA-Auswertesoftware

WIDAAN sind Belastungsspitzen verschiedener Arbeitssituationen gut darstellbar und können somit als Ansatzpunkte für Präventionsmaßnahmen identifiziert werden.

Die Maßnahmenklasseneinteilung der OWAS-Methode kennt diese Grundbelastung nicht, da die Belastungsermittlung auf einer Beobachtung der Körperhaltung und Abschätzung der Lastgewichte im Kontext der beruflichen Tätigkeit basiert. Somit ist diese Grundbelastung bei der Bewertung von Belastungen im Sinne des präventiven Arbeitsschutzes zu berücksichtigen und generiert keinen Handlungsbedarf.

Die Auswertung der gemessenen Belastungsdaten erfolgt durch deskriptive Statistik. Das Diagramm der OWAS-Häufigkeitsverteilung zeigt an, wie groß der prozentuale Anteil der unterschiedlichen Belastungsparameter und der Maßnahmenklassen bezogen auf die Messzeit ist. Die Bewertung lässt grundsätzliche Auffälligkeiten, wie z. B. häufiges Arbeiten mit gebeugtem Oberkörper erkennen.

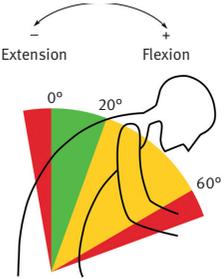
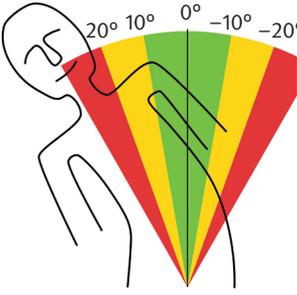
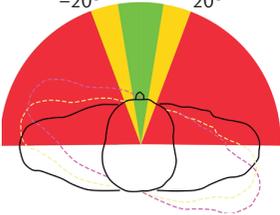
2.4.3 IFA-Tätigkeits-/Haltungscodes

Eine Weiterentwicklung des OWAS-Haltungscodes stellt der IFA-Tätigkeits-/Haltungscodes dar, mit dessen Hilfe man bestimmte Körperhaltungen oder Tätigkeiten feiner differenzieren kann als mit dem OWAS-Haltungscodes. Beispielsweise lassen sich mit dem IFA-Code „kniebelastende“ Haltungen weiter aufteilen in Knien, Hocken, Fersensitz u. Ä. Den IFA-Tätigkeits-/Haltungscodes nutzt man bei den Flugzeugabfertigungern im Belly, um die Belastung durch kniende Körperhaltungen zu erfassen.

2.4.4 Gelenkwinkelstellungen und deren Bewertung

In Tabelle 4 sind die im Rahmen der Messung verwendeten Richtwerte zur Bewertung von Gelenk-/Körperwinkeln in Anlehnung an die internationale Normung [17] zusammenfassend dargestellt. Die Winkelwerte leiten sich von der Neutral-Null-Methode ab. Bei dieser Methode werden alle Gelenkbewegungen von einer einheitlich definierten Nullstellung aus gemessen. Diese Neutral-Null-Stellung entspricht der Gelenkstellung, die ein gesunder Mensch im aufrechten Stand mit hängenden Armen, nach vorne gehaltenen Daumen und paralleler Fußstellung sowie gerade nach vorne gerichtetem Blick einnehmen kann. Von der Neutral-Null-Stellung aus sind üblicherweise in einer Ebene Bewegungen in beide Richtungen möglich. Positive und negative Vorzeichen markieren die entgegengesetzten Bewegungsrichtungen. Entsprechend dem Bewegungsausmaß der einzelnen Gelenke und den Referenzen wird der Bewegungsumfang mittels Ampelschema in einen neutralen (grün), mittelgradigen (gelb) und endgradigen (rot) Winkelbereich eingeteilt. Haltungen oder Bewegungen mit einer Auslenkung in einen mittel- oder endgradigen Winkelbereich sind, sofern sie dauerhaft auftreten, als stärker belastend zu bewerten.

Tabelle 4:
Bewertete Winkelbereiche des Oberkörpers

Bezeichnung des Sensors	Bewegungsrichtung	Richtwerte für die Bewertung
<p>Rumpfniegung nach vorne</p> 	<p>+: nach vorne (Flexion) -: nach hinten (Extension)</p>	<p>grün: 0° bis 20° gelb: 20° bis 60° oder <0° rot: > 60°</p> <p>(ISO 11226)</p>
<p>Rumpfsitneigung nach rechts</p> 	<p>+: nach rechts -: nach links</p>	<p>grün: -10° bis 10° gelb: -10° bis -20° oder 10° bis 20° rot: < -20° oder > 20°</p> <p>(ISO 11226)</p>
<p>Rückentorsion nach rechts</p> 	<p>+: nach rechts -: nach links</p>	<p>grün: -10° bis 10° gelb: -10° bis -20° oder 10° bis 20° rot: < -20° oder > 20°</p> <p>(ISO 11226, DIN EN 1005-4)</p>

Wie bei der OWAS-Methode können kurzzeitig eingenommene Extremhaltungen im Ergebnis zu endgradigen Gelenkstellungen führen, die nicht automatisch eine Belastung sind und auch keinen kausalen Zusammenhang mit der Tätigkeit haben müssen. Als Beispiel sei hier das kurzzeitige, durchblutungsfördernde und anregende Strecken des Oberkörpers genannt. Es wird eine Extension des Oberkörpers gemessen, von einer Belastung des Muskel-Skelett-Systems wird man

hier aber nicht sprechen. Körperhaltungen gelten als akzeptabel, wenn sie die Rahmenbedingungen der DIN EN 1005-4 [18] nicht überschreiten. Die Rahmenbedingungen ergeben sich aus den Gelenkwinkelstellungen — klassifiziert nach der Höhe der Belastung mit den Farben grün, gelb und rot — der Bewegungsfrequenz und der Dauer für eine bestimmte Tätigkeit [19]. Zeitgleich ausgeführte Lastgewichtshandhabung müssen bei der Belastungsermittlung berücksichtigt werden [20].

3 Ergebnisse: Gepäckabfertiger

Kapitel 3 stellt die Ergebnisse der deskriptiven statistischen Auswertung zu folgenden arbeitsumfeldrelevanten Merkmalen vor:

- physische Belastung durch die Handhabung der Gepäckstücke,
- Körperhaltungen und -bewegungen,
- Einfluss von Gepäcktransportsystemen auf die Körperhaltung
- Rückwirkung der Hebehilfe auf die Arbeitsleistung.

Dabei beziehen sich die Ergebnisse in den Klassendarstellungen auf die Versuchspersonen P01 bis P10. Weiterhin wird mit „Ø“ der Mittelwert aus den Werten der Versuchspersonen P01 bis P10 gekennzeichnet.

3.1 Messung der Belastungsreduzierung durch die Hebehilfe

Zunächst wird untersucht, wie groß die Anzahl der abgefertigten Gepäckstücke bei Nutzung der Hebehilfe ist. Die Gepäckstücke werden im Normalfall vom Gepäckwagen/ Container auf das Band gelegt. Sperrgepäck wird zur Seite gelegt und später auf einen Handwagen oder ein anderes Transportmittel gesetzt. Es wird also mehrfach umgesetzt und zählt daher auch mehrfach bei der Belastungsermittlung. Abbildung 8 zeigt die Gesamtzahl der abgefertigten Gepäckstücke/Stunde, die in den Messintervallen „Gepäckabfertigung mit Hebehilfe“ umgesetzt wurden (blaue Säulen).

Als Mittelwert über die Probanden wurden 230 Gepäckstücke/Stunde vom Gepäckwagen oder aus einem Container auf das Gepäckband in der Transferzentrale umgesetzt. Die grünen Säulen sind die Teilmengen der Hebe-/Umsetzvorgänge, bei denen das Messsystem Lastgewichte gemessen hat. Hier wurde die Hebehilfe nicht oder teilweise nicht genutzt. Darunter fällt das manuelle Umsetzen von leichten Rucksäcken, von Sperrgepäck oder Gepäck, das die Hebehilfe nicht aufnehmen konnte. Ebenfalls zählen zu der Rubrik „manuell gehoben“ die Gepäckstücke, die zwar mit der Hebehilfe umgesetzt werden, bei denen sich aber trotzdem ein Lastgewicht einstellt. In diesen Fällen wird die Bezeichnung „mit Hebehilfe unterstützt“ benutzt.

Es ergibt sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Menge der Gepäckstücke, die abgefertigt werden, und dem Anteil der Gepäckstücke, die weiterhin manuell gehoben werden. Durchschnittlich ergibt sich eine Entlastung in Höhe von 71,4 % bei einer Standardabweichung von $\pm 13,4$ % über die Gesamtzahl aller abgefertigten Gepäckstücke (siehe Abbildung 9).

Man kann davon ausgehen, dass sich bei geübter Benutzung der Hebehilfe der Sonderfall „mit Hebehilfe unterstützt“ vermeiden lässt. Ohne die Hebe- oder Umsetzvorgänge „mit Hebehilfe unterstützt“ steigt die Entlastung auf 85,3 % bei einer geringeren Standardabweichung von $\pm 7,3$ %.

Abbildung 8:
Abgefertigtes und gehobenes Gepäck pro Stunde mit der Hebehilfe

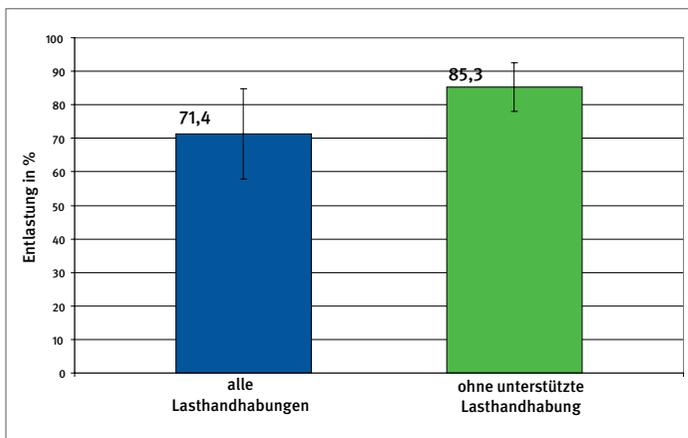
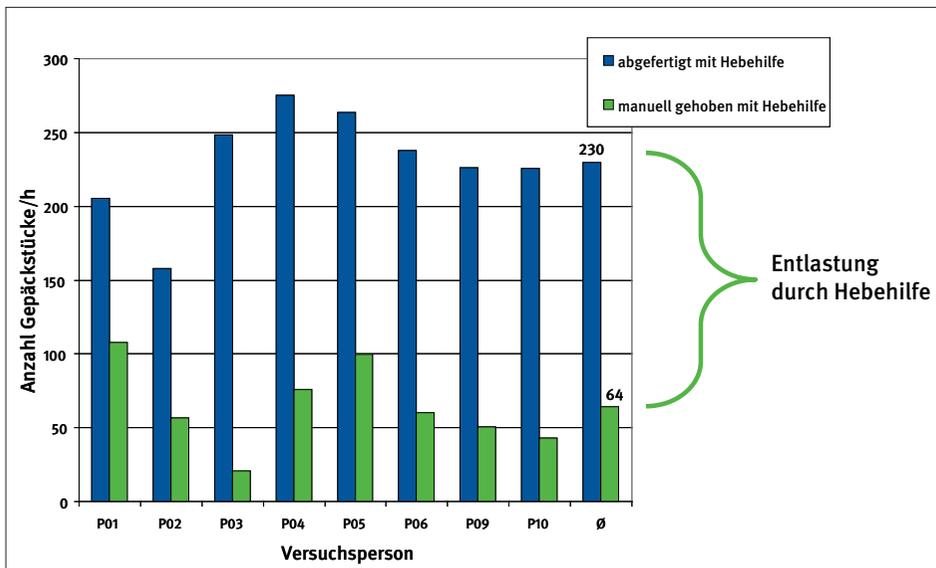


Abbildung 9:
Entlastung durch Einsatz der Hebehilfe, gemessen über alle Lasthandhabungen und nach Ausschluss der Lasthandhabungen „mit Hebehilfe unterstützt“

Hier zeigt sich ein Hinweis darauf, dass die Unterschiede der gemessenen Streuung nicht durch unterschiedlich zu handhabende Gepäckstücke entstehen, sondern dass die Fertigkeiten der Probanden in Bezug auf die „unterstützte“ Gepäckumsetzung

unterschiedlich gut ausgeprägt sind. Der geschulte Umgang mit der Hebehilfe erhöht die Kenntnis über die Bedienung und Grundeinstellung, z. B. das Ausbalancieren des Systems, und könnte zu einer Optimierung der Entlastung auf 85 bis 90 % führen.

Zur Belastungsreduzierung kommt neben der verringerten Anzahl der manuell umgesetzten Gepäckstücke auch die signifikant geringere umgesetzte Masse der Gepäckstücke. Dieser Effekt ist bei allen Probanden zu beobachten (Abbildung 10). Während bei der konventionellen Entladung durchschnittlich eine kumulierte Gepäckmasse von 5 650 kg/h umgesetzt wird, reduziert sich der manuell umgesetzte Anteil bei Verwendung der Hebehilfe im Durchschnitt auf 970 kg/h.

Das durchschnittliche Gepäckgewicht während der Messungen betrug $19,4 \pm 6,6$ kg, die wirksame Last der vom Ladearbeiter manuell umgesetzten Gepäckstücke unter Verwendung der Hebehilfe beträgt durchschnittlich jedoch nur noch $15,2 \pm 5,8$ kg. Diese Reduzierung ergibt sich teilweise aus dem Anteil der

„unterstützten Lasthandhabungen“, da hier die Gepäckabfertiger das Gepäckgewicht nur anteilig heben und der andere Teil durch die Hebehilfe gehoben wird. Dadurch ergibt sich für die Gepäckabfertiger ein geringeres Lastgewicht im Vergleich zum Netto-Gepäckgewicht. Weiterhin setzen einige Gepäckabfertiger bei manuellen Handhabungen mit Hebehilfe kleinere Gepäckstücke überwiegend von Hand um. Abbildung 11 zeigt die manuell gehobenen Gepäckstücke, eingeteilt in Gewichtsklassen. Die manuell umgesetzten Gepäckstücke bei Benutzung der Hebehilfe zeigen eine deutliche Linksverschiebung (grüner Balken). Bei Gepäckstücken zwischen 5 und 35 kg sind die Entlastungen signifikant nachweisbar. In der Gewichtsklasse zwischen 15 und 25 kg wurde die größte absolute Entlastung ermittelt.

Abbildung 10:
Kumulierte Masse der manuell umgesetzten Gepäckstücke/Stunde
in konventioneller Arbeitsweise und bei Einsatz der Hebehilfe

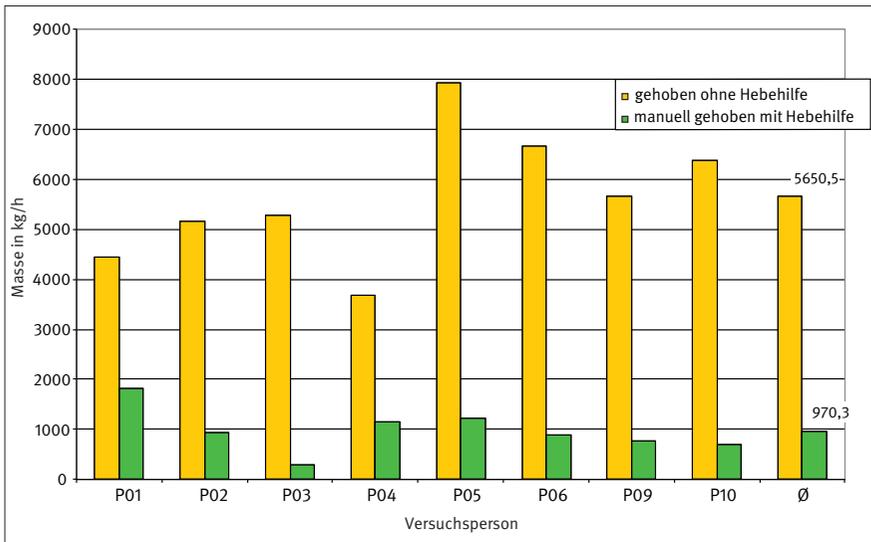
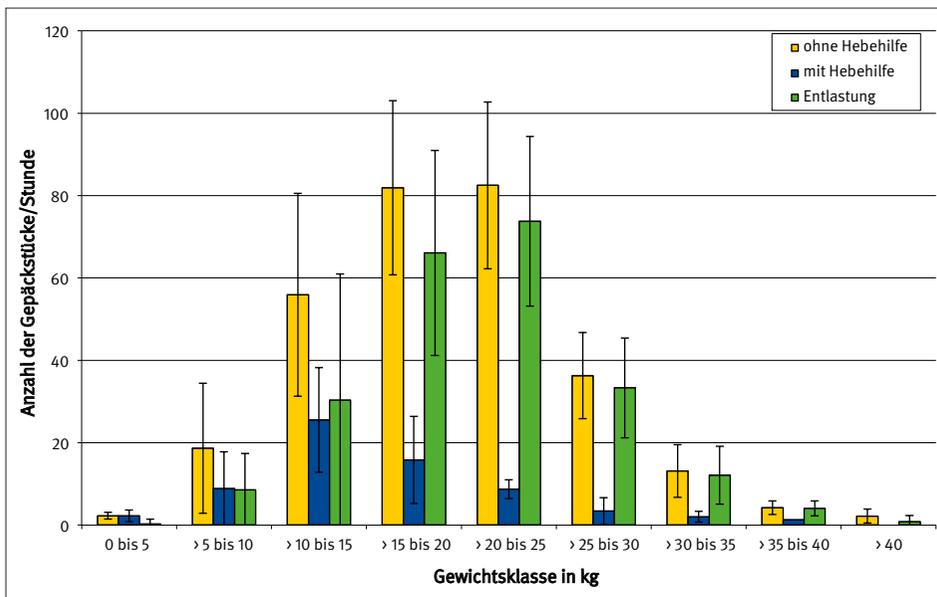


Abbildung 11:

Anzahl der manuell gehobenen Gepäckstücke ohne und mit Hebehilfe sowie die daraus resultierende Entlastung nach Gewichtsklassen, gemittelt über alle Probanden



3.2 Einfluss der Hebehilfe auf die Körperhaltung

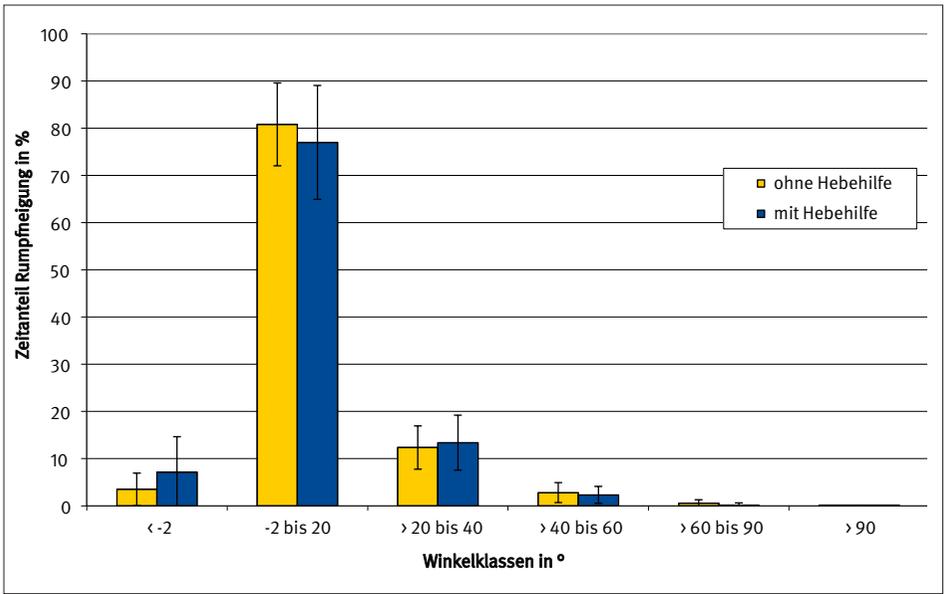
Als Indikator für ungünstige Körperhaltungen soll zunächst die Rumpfneigung nach vorne betrachtet werden. Dazu werden alle gemessenen Rumpfneigungen belastungsrelevanten Winkelbereichen zugeordnet. Aus den prozentualen Häufigkeiten der Winkelklassen berechnet man für jede Winkelklasse die Mittelwerte und Standardabweichungen für die acht untersuchten Gepäckabfertiger (Abbildung 12).

In einem Anteil von ca. 80 % der gemessenen Zeit wird eine neutrale Rumpfneigung nach ISO 11226 eingenommen. Der Bereich ist hier mit -2 bis 20° gekennzeichnet. Diese Rumpfneigung entspricht dem grünen

Bereich 0 bis 20° aus Tabelle 2. Der Rumpfwinkel 0° als Schwellenwert zwischen einem neutralen und einem belastenden Winkelbereich, wie es die Norm vorgibt, ist ungünstig, da ein Rumpfneigungswinkel von 0° prinzipiell als neutral und damit als erstrebenswert eingestuft wird. Eine geringe Neigung nach hinten provoziert damit die Einstufung der Körperhaltung in den belastenden Bereich. Die objektive Messung der Körperhaltung entspricht hier nicht dem subjektiven Eindruck. Somit ist die Auslöseschwelle zwischen den Bereichen auf -2° zurückverlegt worden, um exakte neutrale Körperhaltungen auch sicher als solche zu bewerten. Auffällig ist, dass der Einfluss der Hebehilfe auf die Körperhaltung sehr gering ist. Zu den leicht belastenden Körperhaltungen zählen die Rumpfneigungen im Bereich von 20 bis 40°.

Abbildung 12:

Rumpfneigung nach vorne, gruppiert in belastungsrelevante Winkelbereiche, Mittelwert aller Probanden und Standardabweichung



Insgesamt ergibt sich in der Summe ein Anteil von ca. 20 % unterschiedlich belastender Körperhaltungen. Dabei hat die Verwendung der Hebehilfe keinen signifikanten Einfluss auf die Körperhaltung, führt somit auch nicht zu einer verbesserten Körperhaltung.

Im Folgenden soll untersucht werden, ob es für diese Körperhaltungen auffällige Ursachen im Arbeitsumfeld gibt. Wie eingangs schon erwähnt, wird neben der Nutzung der Hebehilfe als weiterer Indikator nach den drei verschiedenen Gepäcktransportsystemen (Abbildung 3) differenziert. Abbildung 13 zeigt die Rumpfneigung nach vorne, aufgeteilt in die belastungsrelevanten Winkelklassen und unterschieden nach

- offenen Gepäckwagen,
- Gepäckcontainer mit zu öffnendem Deckel (ConOffen) und
- Gepäckcontainer mit geschlossenem Deckel (ConZu).

Untersucht werden nur die Entladungen der Transportsysteme, jeweils ohne und mit Hebehilfe. Durch diese Auswahl entfallen Tätigkeiten wie das Umdrehen der Containerdollies und die ablaufbedingten Wartezeiten. So wird eine komprimierte Arbeitstätigkeit abgebildet, die schließlich zu höheren Anteilen von Rumpfneigung führt.

Der Anteil der stärker ausgeprägten Rumpfvorneigungen im Bereich von 20 bis 40° ist bei den offenen Transportsystemen (offene Gepäckwagen und ConOffen) und bei der Entladung ohne Hebehilfe geringfügig höher als das geschlossene System (ConZu), allerdings sind die Unterschiede nicht signifikant und somit statistisch nicht sicher.

Bei der Entladung der Gepäcksysteme ändert sich die Rumpfneigung kontinuierlich, da die Gepäckstücke übereinander gestapelt sind. Abbildung 14 zeigt beispielhaft den Zeitverlauf der Rumpfneigung nach vorne während der Entladung bei einem Gepäckabfertiger.

Der Verlauf der Rumpfneigung zeigt einen kontinuierlichen Trend auf. Zunächst werden die Gepäckstücke in aufrechter

Körperhaltung auf dem Transportsystem genommen, die letzten Gepäckstücke liegen auf dem Boden des Transportsystems. Zum Aufnehmen dieser Gepäckstücke müssen die Gepäckabfertiger den Oberkörper weiter vorbeugen. Die Regressionsgerade veranschaulicht diesen Trend.

Weiterhin wurde untersucht, wie groß die interindividuellen Unterschiede der Versuchspersonen im Hinblick auf die Körperhaltungen sind. Das Boxplot-Diagramm (Abbildung 15; Erläuterungen dazu siehe Abbildung 7) zeigt die Verteilung der Rumpfneigungen, die während der Arbeit im Laufe der Messungen eingenommen werden. Auch hier ist zu berücksichtigen, dass Körperhaltungen erst bei Rumpfneigungen > 20° als ungünstig gewertet werden.

Abbildung 13: Zeitlicher Anteil der Rumpfneigung nach vorne, gruppiert in belastungsrelevante Winkelklassen

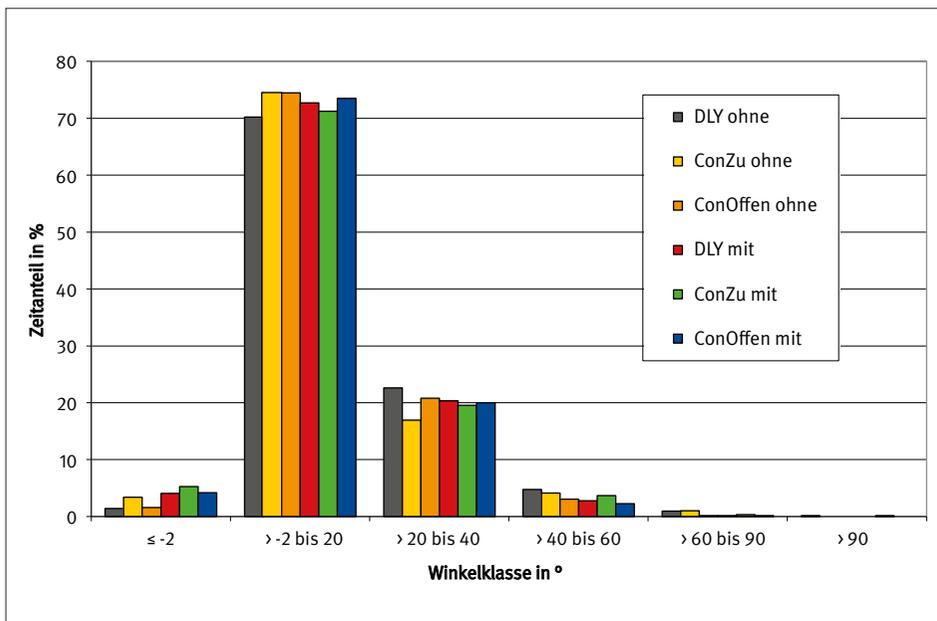


Abbildung 14:

Beispielhafter Verlauf der Rumpfneigung bei der Entladung eines Gepäckwagens

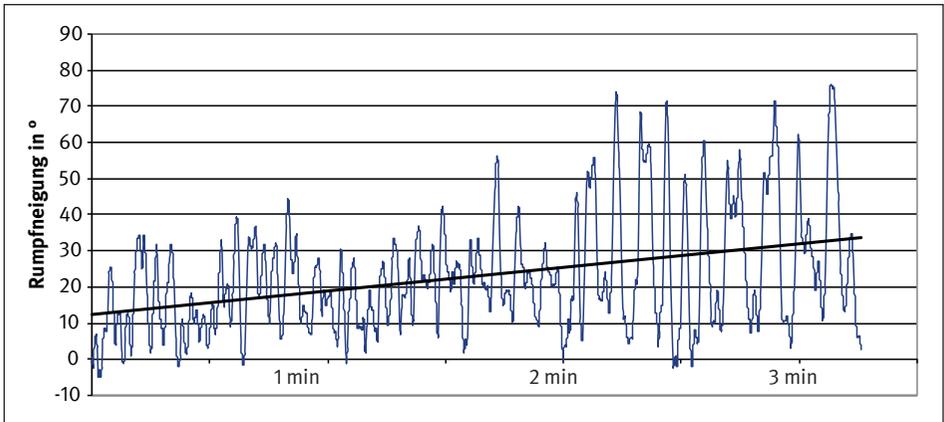
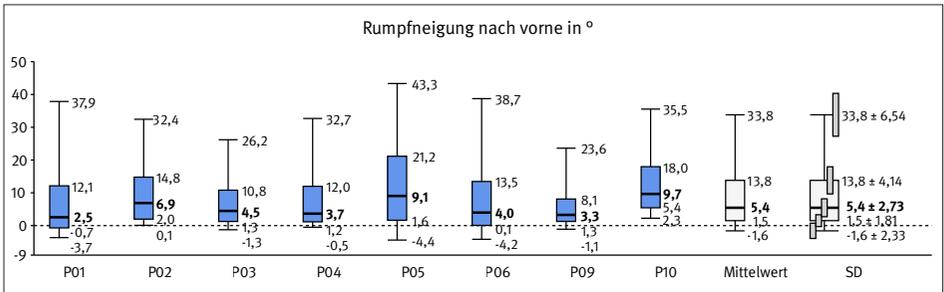


Abbildung 15:

Rumpfneigung nach vorne aller Probanden als Boxplot und Mittelwert; Boxplot mit Standardabweichung (SD)



Dargestellt sind die Rumpfneigungen der acht Gepäckabfertiger mit Mittelwert und Standardabweichung. Die größte Streuung ergibt sich beim 95. Perzentil. Dieses repräsentiert die höchsten Rumpfneigungen (Spitzenwerte), wie sie z. B. in Abbildung 14 zwischen der zweiten und dritten Minute häufiger auftreten.

Ein weiterer Faktor für unterschiedliche Rumpfneigungen ist die Höhe des

Gepäcktransportbandes, auf das die Gepäckstücke abgelegt werden. Das Band hat im Bereich der Gepäckaufnahme eine Länge von ca. 15 m ist am Bandanfang etwas oberhalb der Zugangsebene montiert und steigt dann auf der gesamten Länge um ca. 30 cm an. Diese Konstruktion soll es den Beschäftigten ermöglichen, sich ihre passende Arbeitshöhe am Band auszusuchen. Allerdings zeigte die Praxis, dass die Gepäckwagen nach Möglichkeit immer auf die vorderste

freie Position geschoben werden und die Mitarbeiter somit unabhängig von ihrer Körpergröße auf der niedrigsten Position des Gepäcktransportbandes arbeiten.

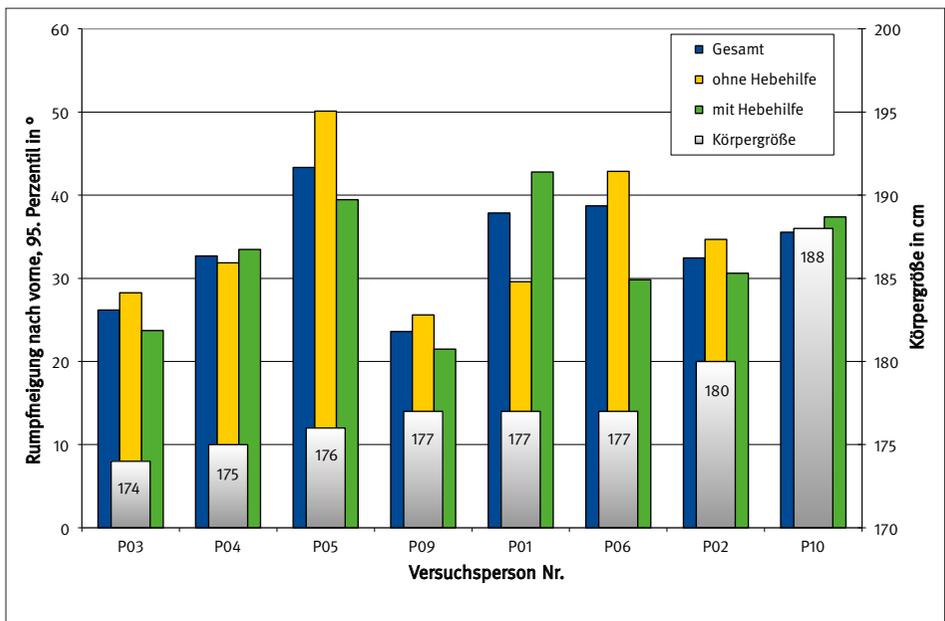
Schließlich wurde der Einfluss der Körperhöhe auf die Rumpfneigung untersucht. Abbildung 16 zeigt das 95. Perzentil der Rumpfneigungen, sortiert nach der Körpergröße der Probanden. Es zeigt sich, dass die Körperhöhe keinen Einfluss auf die Rumpfneigung nach vorne hat.

So liegt die größte Versuchsperson P10 mit einer Körpergröße von 188 cm bei dem Anteil

der höchsten Rumpfneigungen (P95) mit 35,5° nur knapp über dem Mittelwert von 33,8°. Ebenfalls wird deutlich, dass die interindividuellen Unterschiede in Bezug auf die Rumpfneigungen bei der Nutzung der Hebehilfe groß sein können bei exakt gleicher Körpergröße (P01 und P06, beide 177 cm).

Die Belastung der Gepäckabfertiger in der Transferzentrale durch ungünstige Körperhaltung spielt im Vergleich zur hohen Belastung durch das Heben und Umsetzen der Gepäckstücke eine untergeordnete Rolle.

Abbildung 16: Rumpfneigung der Versuchspersonen, sortiert nach Körpergröße

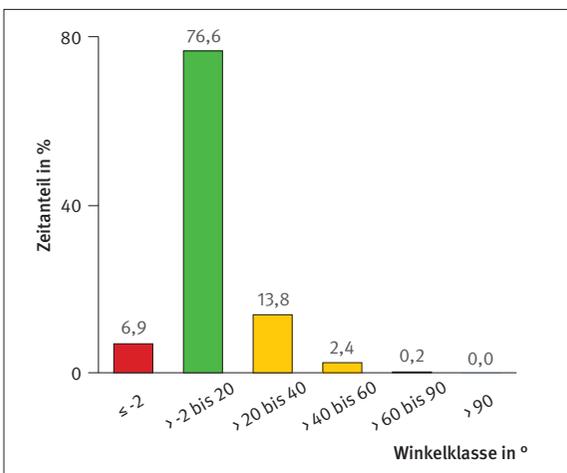
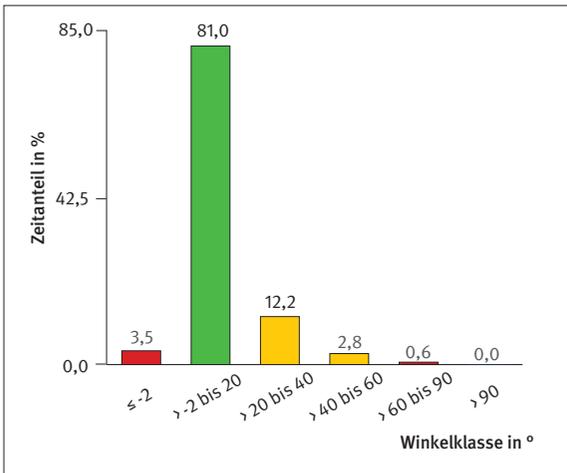


3.3 Die Körperhaltung während der Lastenhandhabung

Neben der Körperhaltung über den gesamten Zeitraum der Messung ist die Körperhaltung zum Zeitpunkt der Lasthandhabungen zur Belastungsermittlung von besonderem

Interesse. Das CUELA-Messsystem ermöglicht eine Filterung der Messintervalle, in denen ein Lastgewicht gehandhabt wurde. Abbildung 17 stellt zunächst die Zeitanteile der Rumpfneigungen nach vorne für alle Probanden über die gesamte Messzeit, jeweils ohne und mit Hebehilfe dar.

Abbildung 17:
Rumpfneigung nach vorne während der gesamten Messung;
oben: ohne Hebehilfe, unten: mit Hebehilfe



Hier ergibt sich keine signifikante Änderung der Rumpfhaltung zwischen konventioneller Tätigkeit und bei Nutzung der Hebehilfe.

In der nachfolgenden Belastungsermittlung wurden die Rumpfneigung nach vorne, die Rückentorsion und die Seitneigung des Oberkörpers (Lateralflexion) ausschließlich während Hebe- und Umsetzvorgängen ermittelt. Bei der Gepäckverladung mit Hebehilfe werden nur die Intervalle berücksichtigt, bei denen das CUELA-Messsystem eine Lastenhandhabung gemessen hat. Wie bereits erwähnt, handelt es sich vorwiegend um Leichtgepäck, Sperrgepäck und um die „unterstützten“ Umsetzvorgänge.

Bei dieser Datenerhebung wurden für die manuelle Gepäckverladung ohne Unterstützung durch die Hebehilfe 1 672 Intervalle und für die Gepäckverladung mit Hebehilfe 339 Intervalle erfasst (ohne Vac: $n = 1\ 672$,

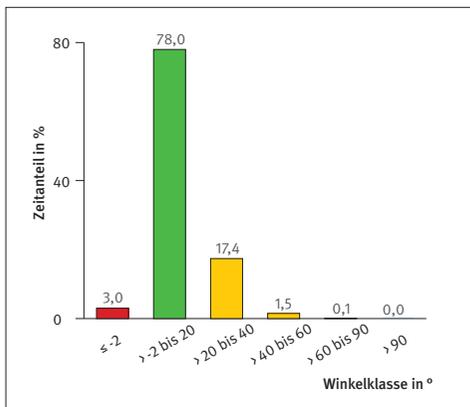
mit Vac: $n = 339$). Der Zeitanteil der Lastgewichtshandhabungen beträgt in dieser Analyse für jede Arbeitsweise 100 % (Abbildung 18). Die Gegenüberstellung der Gesamtmessung (Abbildung 17) mit der Messung während der Lasthandhabung (Abbildung 18, oberste Zeile) zeigt in Bezug auf die Rumpfneigung nach vorne ebenfalls keine signifikanten Unterschiede.

Die Rückentorsion nach rechts fällt bei der Nutzung der Hebehilfe mit 20,3 % allerdings deutlich stärker und damit ungünstiger aus als beim manuellen Gepäckverladen. Da alle Probanden Rechtshänder waren, wird die Hebehilfe ständig in der rechten Hand geführt und die leichten Gepäckstücke und die Gepäckstücke bei den unterstützten Hebevorgängen werden mit der linken Hand „um die rechte Hand herum“ auf das Gepäckband gelegt.

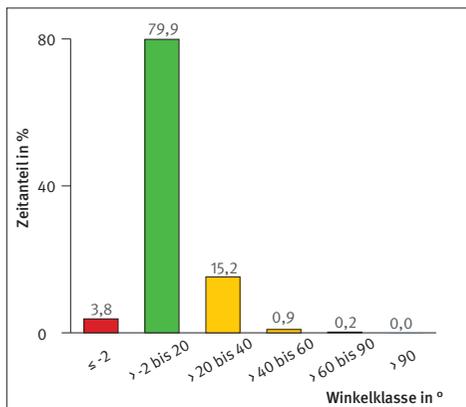
Abbildung 18:

Oberkörperhaltungen während der Umsetzung der Gepäckstücke ohne und mit Hebehilfe; Lastanteil = 100 %, Anzahl der Intervalle: ohne Hebehilfe 1 672, mit Hebehilfe 339

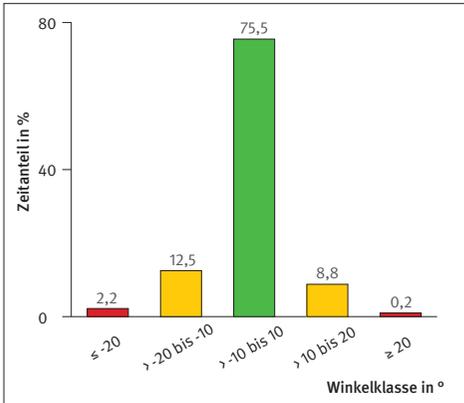
Rumpfneigung nach vorne, **ohne Hebehilfe**



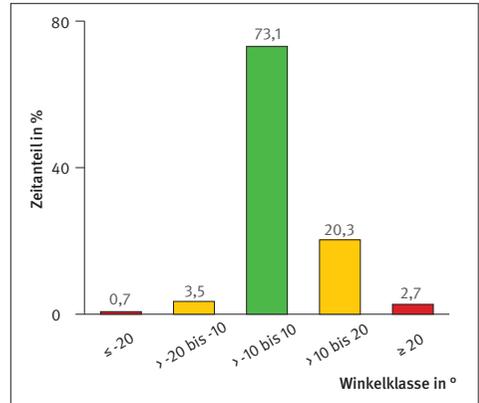
Rumpfneigung nach vorne, **mit Hebehilfe**



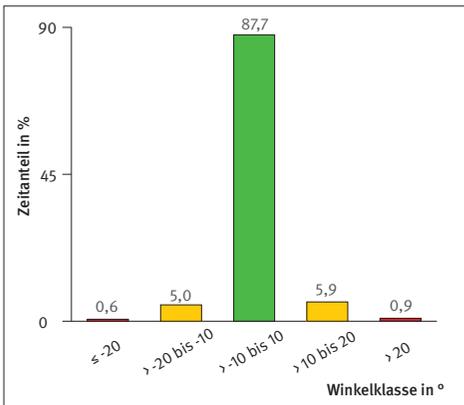
Rückentorsion nach rechts,
ohne Hebehilfe



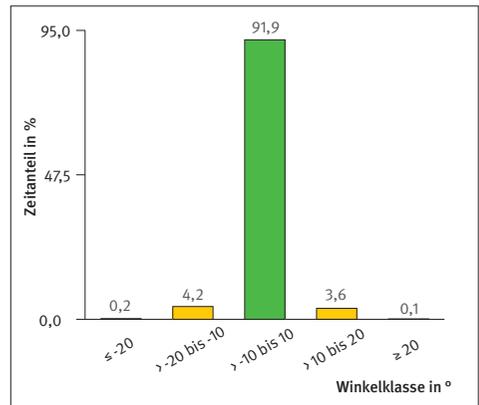
Rückentorsion nach rechts,
mit Hebehilfe



Rumpf-Seitneigung nach rechts,
ohne Hebehilfe



Rumpf-Seitneigung nach rechts,
mit Hebehilfe



Daher ergibt sich eine deutliche Ausprägung der Rückentorsion nach rechts. Zur Gefährdungsabschätzung ist zu berücksichtigen, dass die Lasten bei der Verwendung der Hebehilfe weniger zahlreich und leichter sind. Insgesamt ist der Einfluss der Hebehilfe auf die Körperhaltung gering und darf vernachlässigt werden.

3.4 Belastungsbewertung mit arbeitswissenschaftlichen Methoden

Nachfolgend wird mithilfe verschiedener Bewertungsverfahren der Einfluss der Hebehilfen auf die physische Belastung quantifiziert. Als Belastungsfaktoren wurden die Lastgewichtshandhabungen und die Körperhaltungen berücksichtigt. Weitere

Belastungsfaktoren wie Lärm, Klima, Schadstoffe und Stress sollen hier nicht untersucht werden.

Als Bewertungsverfahren kommen die Leitmerkmalmethode und die OWAS-Methode zur Anwendung. Die Leitmerkmalmethode bietet einen Überblick über die Belastungssituation für gleichartige Arbeitsbelastungen, wie sie in der vorliegenden Analyse untersucht wurden. Dabei werden die Belastungsfaktoren vordefinierten Klassen zugeordnet und erhalten eine bestimmte Punktzahl, wodurch sich die Leitmerkmale definieren. Ergonomische Verbesserungen kann die Leitmerkmalmethode nur erfassen, wenn durch die Belastungsänderung ein Wechsel in eine

andere Klasse erfolgt. Zur Sensibilisierung der Leitmerkmalmethode haben deren Autoren empfohlen, die Punkte der Leitmerkmale an den Grenzbereichen zu interpolieren. Auf der Basis der Messdaten wurde eine Interpolation der Punktwerte und damit der Leitmerkmalausprägung durchgeführt. Tabelle 5 zeigt die Belastungsvorgaben und die vergebenen Punkte. Zur Ermittlung der Leitmerkmale wird für die Belastungsanalyse mit Hebehilfe eine Entlastung von 85 % angenommen. Dieser Wert sollte entsprechend der Ergebnisse aus Abschnitt 3.1 durch ausreichende Übung und gezielte Schulung der Mitarbeiter erzielt werden können und somit als Grundlage für die Zeitwichtung dienen.

Tabelle 5:
Belastungsermittlung mit der Leitmerkmalmethode

	Ohne Hebehilfe	Mit Hebehilfe
Anzahl der Gepäckstücke:	Vorgabe: 1 200 + 50 zweimal gehoben	1 250 · 0,15 = 187,5 Annahme: 85 % Entlastung
Entladezeit Netto:	$1\,250 \div 292 = 4,3 \text{ h}$	$1\,250 \div 230 = 5,4 \text{ h}$
Lastwichtung	3i	2
Haltungswichtung	2	2
Ausführungsbedingungen	1	1
Summe	6	5
Zeitwichtung	10	5i
Punktwert — Ergebnis	60	25

i = interpoliert

Die unterschiedlichen Werte für die Lastwichtung ergeben sich aus den unterschiedlichen Durchschnittsgewichten entsprechend Abbildung 11. Für die Gepäckverladung ohne Hebehilfe wurde ein durchschnittliches Gepäckgewicht von 20 kg ermittelt und die Lastwichtung auf 3 interpoliert. Bei der

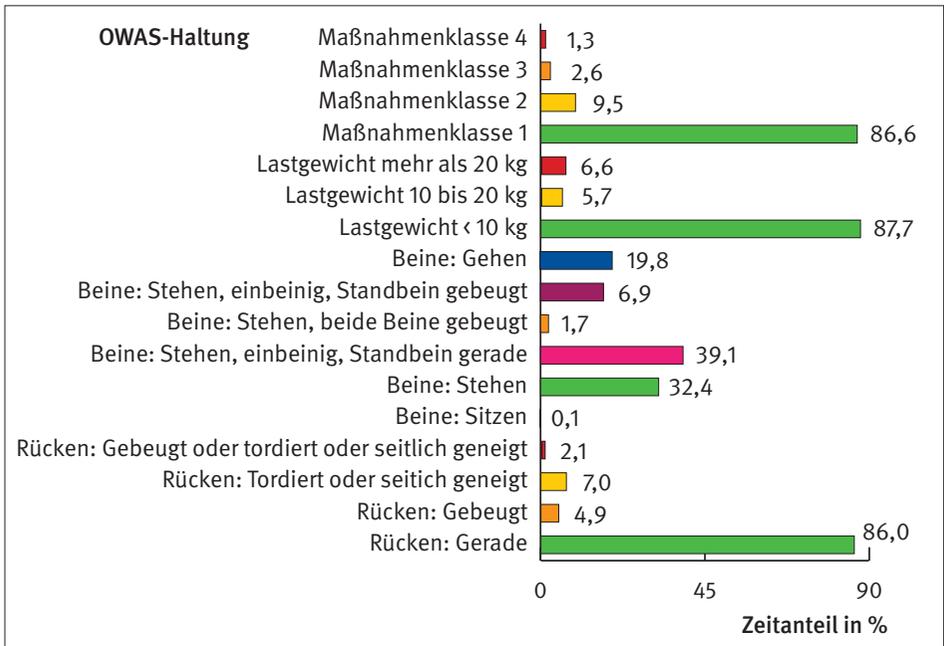
Haltungswichtung wurde berücksichtigt, dass zu ca. 80 % der Arbeitszeit eine aufrechte Körperhaltung eingenommen wurde. Die Zeitwichtung wurde entsprechend der Anzahl der Hebe- und Umsetzvorgänge ermittelt. Als Tagesleistung werden 1250 Hebe- und Umsetzvorgänge zugrunde gelegt.

Damit ergibt sich für die Gepäckverladung mit Hebehilfe ein Punktwert von 10 für die Zeitwichtung. Für die Gepäckverladung mit Hebehilfe wurden 188 Umsetzvorgänge zugrunde gelegt und der Zeitwert mit 5 interpoliert.

Im Ergebnis wurden für die Arbeit ohne Hebehilfe 60 Punkte ermittelt. Entsprechend den Empfehlungen wird dies als hohe Belastung eingestuft, die Gestaltungsmaßnahmen erforderlich macht. Mit Hebehilfe wurden 25 Punkte ermittelt. Damit besteht weiterhin eine körperliche Beanspruchung, die allerdings als vertretbar eingestuft werden kann.

Eine weitere Methode zur Bewertung der Messdaten ist das arbeitswissenschaftliche OWAS-Verfahren. Die Einteilung in OWAS-Maßnahmenklassen ergibt für die Gepäckverladung ohne Hebehilfe für 86,6 % aller in dieser Messphase eingenommenen Körperhaltungen die OWAS-Maßnahmenklasse 1 (keine Maßnahmen erforderlich). Leicht gesundheitsgefährdende Arbeitshaltungen der OWAS-Maßnahmenklasse 2 wurden zu einem Anteil von 9,5 % gemessen. Die höher belastende OWAS-Maßnahmenklasse 3 wurde mit einem Anteil von 2,6 % gemessen, die hoch belastende Maßnahmenklasse 4 wurde mit 1,3 % gemessen (Abbildung 19).

Abbildung 19:
OWAS-Häufigkeitsverteilung für das Gepäcksortieren ohne Hebehilfe



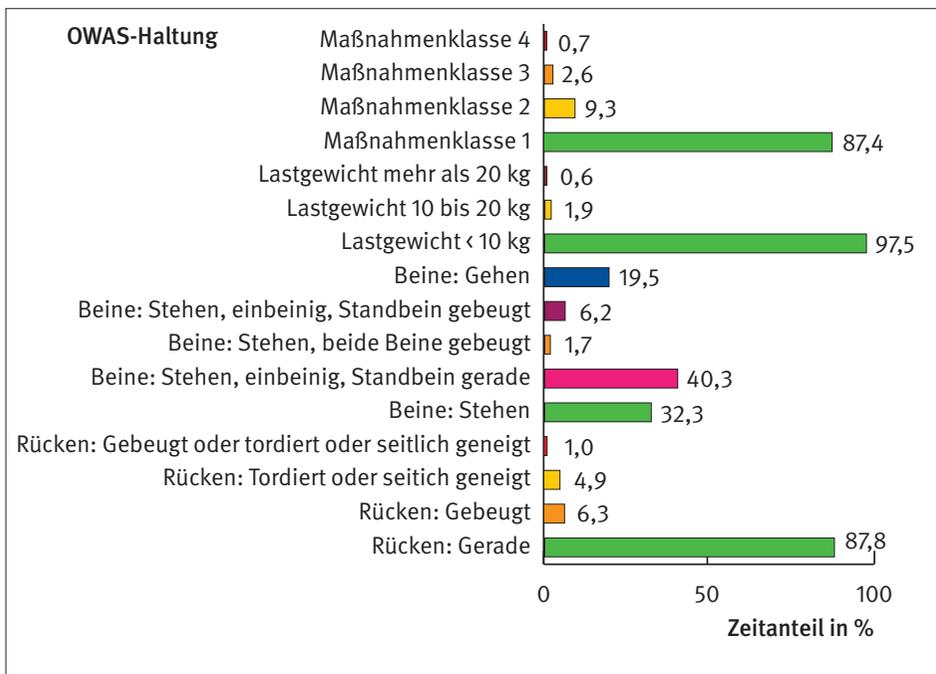
Für das Gepäckverladen mit Hebehilfe ergibt sich ein sehr ähnliches Bild der OWAS-Häufigkeitsverteilungen. Ein Anteil von 87,4 % fällt auf die OWAS-Maßnahmenklasse 1. Leicht gesundheitsgefährdende Arbeitshaltungen der OWAS-Maßnahmenklasse 2 wurden zu einem Anteil von 9,3 % gemessen. Die höher belastende OWAS-Maßnahmenklasse 3 wurde ebenfalls mit einem Anteil von 2,6 % gemessen, die hoch belastende Maßnahmenklasse 4 mit 0,7 % (Abbildung 20).

geringe 0,6 und 1,9 % zu beobachten. Die Rumpfhaltungen der beiden Auswertungen sind vergleichbar, die Beinhaltungen sind nahezu identisch.

Das OWAS-Verfahren gewichtet zur Ermittlung der Maßnahmenklassen in deutlichem Maße die Messwerte der Körperhaltung, der Einfluss der Lastgewichte auf die Einteilung der Maßnahmenklassen ist vergleichsweise gering. Somit sind die Maßnahmenklassen bei beiden Arbeitsweisen sehr ähnlich.

Am deutlichsten ist auch hier der Rückgang der Lastgewichte von 6,6 und 5,7 % auf

Abbildung 20:
OWAS-Häufigkeitsverteilung für das Gepäcksortieren mit Hebehilfe



3.5 Einfluss der Hebehilfe auf die Arbeitsleistung

Ein wichtiger Faktor bei der Einführung ergonomischer Verbesserungen ist der Einfluss auf die Arbeitsgeschwindigkeit beziehungsweise auf die Arbeitsleistung. Es ist wichtig, dass die Arbeiten in den festgelegten Zeitfenstern ausgeführt werden, und es muss möglich sein, besonders hohes Arbeitsaufkommen in definierten Zeiträumen zu bewältigen. Auf der Grundlage der Messdaten und der Angaben von der Fa. Fraport AG wurden die folgenden Erhebungen über die Arbeitsleistung ermittelt.

Abbildung 21 zeigt die Anzahl der abgefertigten Gepäckstücke/Stunde. Im Durchschnitt wurden bei der konventionellen Gepäckwagenentladung 292 ± 83 Gepäckstücke/Stunde entladen. Bei Verwendung der Hebehilfe waren es 230 ± 37 Gepäckstücke. Dieses entspricht einem Unterschied von -21 %.

Auffällig ist die hohe Standardabweichung von ± 83 Gepäckstücken/Stunde bei der konventionellen Entladung gegenüber der deutlich geringeren Standardabweichung von ± 37 Gepäckstücken/Stunde bei der Entladung mit Hebehilfe. Die Verwendung der Hebehilfe motiviert offenbar zu einer kontinuierlicheren Arbeitsweise. Der Maximalwert bei der Gepäckabfertigung unter Einsatz der Hebehilfe lag bei Proband P04 bei 275 Gepäckstücken/Stunde.

Der Gepäckabfertiger kann bei der manuellen Umsetzung zumindest kurzfristig schneller arbeiten als mit dem unterstützten System. Jedoch lässt sich eine Notwendigkeit für die ermittelte Arbeitsgeschwindigkeit aus Abbildung 22 nicht herleiten. Abbildung 22 zeigt die kumulierte Anzahl der abgefertigten Gepäckstücke in Abhängigkeit von der verrichteten Arbeitszeit. Es wird eine kontinuierliche Arbeitsgeschwindigkeit angenommen.

Abbildung 21:
Anzahl der abgefertigten Gepäckstücke/Stunde, für jeden Probanden und Mittelwert

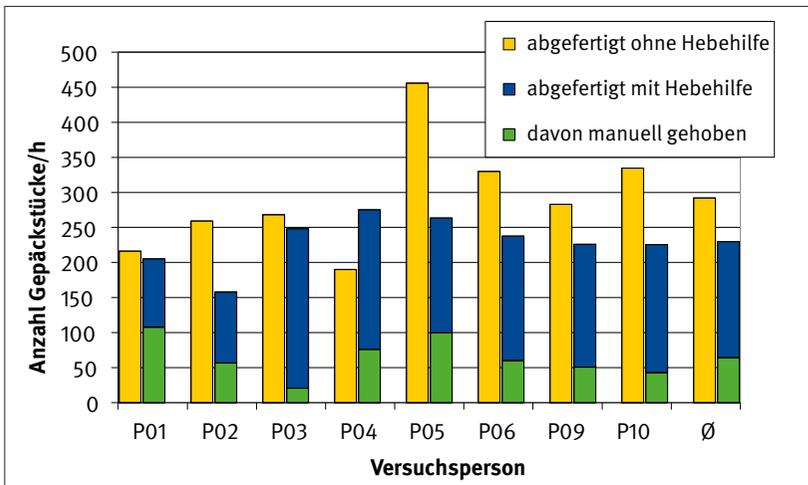
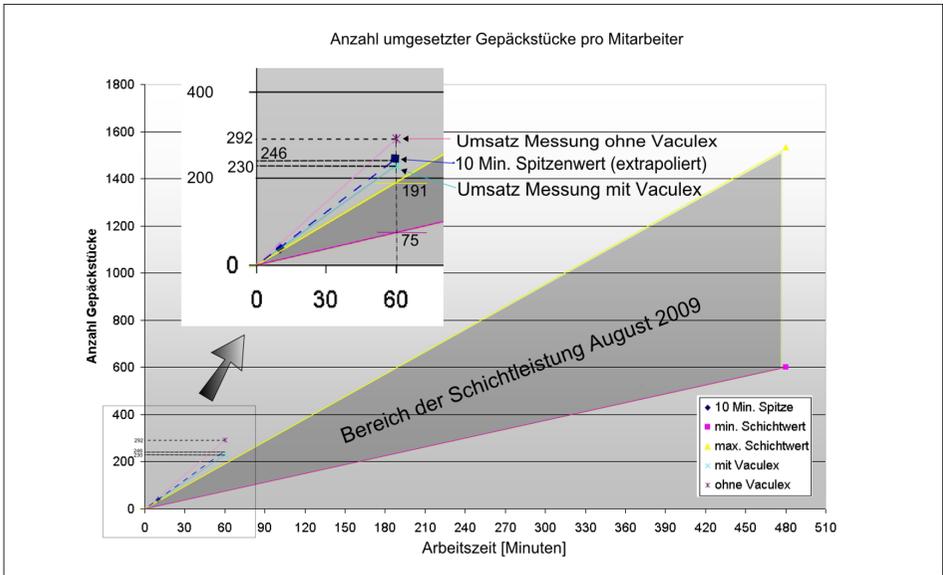


Abbildung 22:
Umgesetzte Gepäckstücke als Schichtleistung



Der von der Fa. Fraport AG ermittelte Gepäckumschlag im August 2009 beträgt zwischen 75 und 191 Gepäckstücke pro Stunde und Person. Da in diese Zeiten auch die Umschlagzahlen aus den weniger frequentierten Tageszeiten eingehen, ist der Zehn-Minuten-Spitzenwert von 246 Gepäckstücken/Stunde interessant. Der Vergleich mit den gemessenen Werten zeigt:

- Der Umsatz mit 230 Gepäckstücken/Stunde (Messung mit Hebehilfe) liegt deutlich über der Schichtleistung von maximal 191 Gepäckstücken/Stunde.

- Der extrapolierte Spitzenwert aus dem Zehn-Minuten-Intervall liegt mit 246 Gepäckstücken/Stunde nur geringfügig über 230 Gepäckstücken/Stunde.
- Der Wert bei der Messung ohne Hebehilfe mit 292 Gepäckstücken/Stunde wird in der Praxis nicht gefordert.

Wie aus Abbildung 21 ersichtlich, waren während der Messungen vereinzelt Umschlagzahlen von 275 Gepäckstücke/Stunde bei Verwendung der Hebehilfe möglich.

4 Ergebnisse: Flugzeugabfertiger im Ladeservice

Analog zur Untersuchung des Gepäckservices liegt auch im Ladeservice der Schwerpunkt auf den beiden physischen Belastungsfaktoren Lastenhandhabung und ungünstige Körperhaltung. Das Rollentransportsystem Powerstow übernimmt zunächst die Aufgabe eines Ladearbeiters an der Gepäckraumtür, der bei konventioneller Abfertigung die Gepäckstücke im Belly kniend auf das vor dem Flugzeug platzierte Gepäckband aufgibt. Der höhenverstellbare Ladetisch am Kopf des Powerstows entlastet den Ladearbeiter im Belly durch das Anheben der Gepäckstücke. Es wurde untersucht, welche ergonomischen Änderungen sich für den Mitarbeiter ergeben, der an der Schnittstelle Belly – Powerstow arbeitet. Dabei soll unterschieden werden, ob das Flugzeug be- oder entladen wird.

4.1 Messung der Belastung bei der Gepäckhandhabung

Das CUELA-Messsystem erfasst die Lastgewichte in stehender oder gehender Körperhaltung. Im vorliegenden Fall kommt es zu Kraftableitungen an den Knien, die hier nicht gemessen wurden. Um dennoch eine Aussage über die gehandhabten Lasten machen zu können, wurden die Intervalle ermittelt, in denen aktive kraftbetonte Interaktionen zwischen den Gepäckstücken und der Hand des Ladearbeiters bestimmt werden konnten. Die Länge dieser Intervalle wird im Folgenden als Gepäckhandhabungsdauer bezeichnet. Die Belastung der Ladearbeiter wird aus der mittleren Gepäckhandhabungsdauer abgeleitet.

Abbildung 23 zeigt die mittlere Gepäckhandhabungsdauer, aufgeteilt in Be- und Entladung und unterschieden in konventionelle Arbeitsweise oder unter Benutzung des Powerstows. Die hier ermittelte Gepäckhandhabungsdauer ist nicht zu verwechseln mit der Ladezeit, die zur Bestimmung der Arbeitsleistung nützlich ist und als Ladezeit pro Gepäckstück ermittelt wurde (siehe Abschnitt 4.3).

Die Gepäckhandhabungsdauer bei der Nutzung von Powerstow sinkt bei der Entladung von im Mittel 1,27 s/Gepäckstück auf 0,70 s, was einem Rückgang von ca. 45 % entspricht. Dabei hat sich die Entnahme der Gepäckstücke aus dem Gepäckstapel durch die Verwendung von Powerstow nicht wesentlich geändert, jedoch entfällt das Weiterschieben der Gepäckstücke und führt hier zu deutlicheren Entlastungen. Größere Fracht- oder Gepäckstücke, die gelegentlich durch den Belly geschoben werden, werden unter Verwendung von Powerstow ohne Kraftaufwand im Belly bewegt.

Noch bessere Werte ergeben sich bei der Gepäckbeladung unter Verwendung von Powerstow. Zum Einladen muss das Gepäck nicht mehr von Hand auf einen Gepäckstapel gehoben werden, sondern der Hubtisch des Powerstows hebt es in die passende Höhe (Abbildung 24).

Abbildung 23:
Mittlere Gepäckhandhabungsdauer des Ladearbeiters

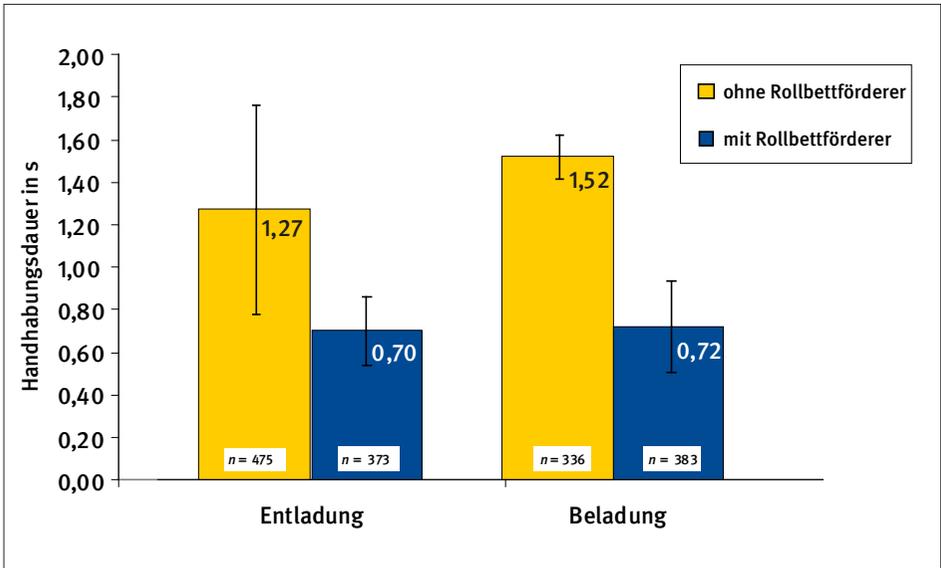


Abbildung 24:
Anheben der Gepäckstücke mit dem Hubtisch



Der Hubtisch wird über eine pneumatische Hebeeinrichtung während des Betriebs durch eine Einhandbedienung, die seitlich am Hubtisch montiert ist, kraftunterstützt in der Höhe angepasst. Der Ladearbeiter muss lediglich die Gepäckstücke in die

endgültige Position schieben. Das Anheben der Gepäckstücke entfällt. Hier lässt sich der größte ergonomische Vorteil bei der Gepäckverladung mit Powerstow feststellen. Die Gepäckhandhabungsdauer beträgt hier durchschnittlich 0,72 s und ist damit um ca. 53 % kürzer als bei rein manueller Arbeit. Die Standardabweichung zwischen den Handhabungszeiten zeigt bei der Verwendung von Powerstow keine nennenswerten Unterschiede, deutliche Unterschiede treten bei der Handentladung auf.

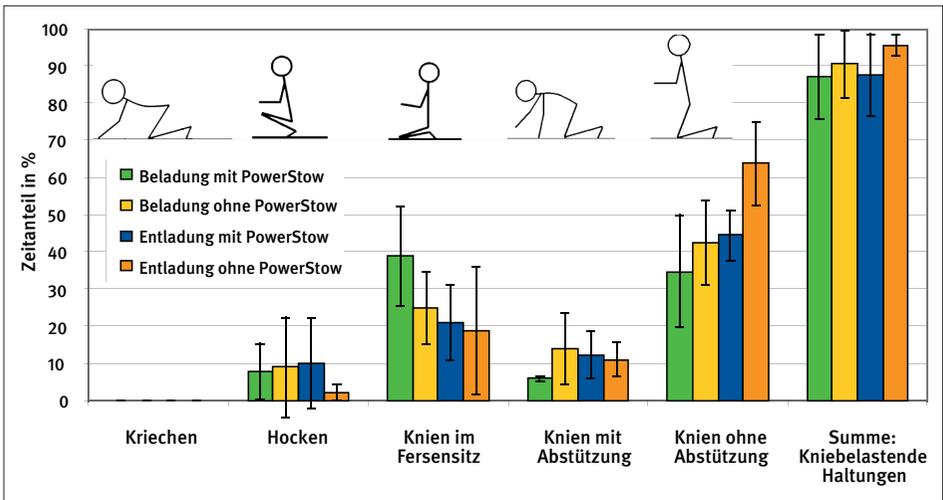
4.2 Ergebnisse zur Messung der Körperhaltungen der Ladearbeiter

Als weiterer Belastungsfaktor wurden die Körperhaltungen der Ladearbeiter bei der Arbeit im Belly untersucht. Die engen

Platzverhältnisse machen eine neutrale oder auch ergonomische Körperhaltung nahezu unmöglich. Das CUELA-Messsystem erfasst die Haltungen und Bewegungen der unteren Extremitäten und des Oberkörpers und ordnet diese Körperhaltungen entsprechend dem IFA-Tätigkeits-/Haltungscodex in unterschiedliche kniebelastende Tätigkeiten. Die

Summe der kniebelastenden Tätigkeiten beträgt unabhängig von der Verwendung des Powerstows ca. 90 % der Arbeitszeit im Belly. Abbildung 25 zeigt die mittleren Zeitanteile der von den Ladearbeitern eingenommenen Zwangshaltungen der unteren Extremitäten.

Abbildung 25:
Zeitanteile (% der Messzeit) der kniebelastenden Haltungen im Belly,
Mittelwerte über alle Probanden \pm Standardabweichung



Tätigkeiten in kniender Körperhaltung sind eine Gefahr für die Entstehung einer Kniegelenksarthrose (Gonarthrose). Im Rahmen der Untersuchung betrug die Messzeit im Belly bei der Entladung 18 min, bei der Beladung 22 min. Die durchschnittliche Ladezeit beträgt also etwa 20 min, unabhängig vom Einsatz des Powerstows. Von dieser Ladezeit wurden ca. 90 % bzw. 18 min in kniender Körperhaltung verbracht. Nach mehr als drei Flugzeugent- oder beladungen kann die Mindesteinwirkungs-dauer von einer Stunde pro Schicht überschritten werden und somit

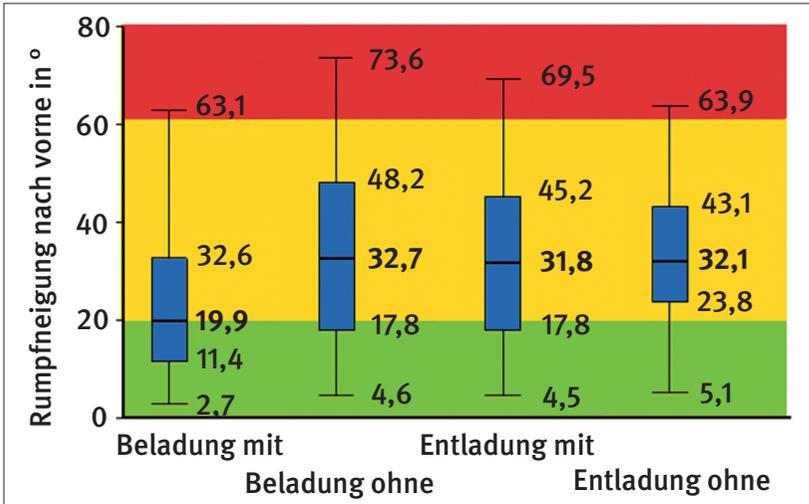
nach heutigem Kenntnisstand zum Entstehen einer berufsbedingten Kniegelenksarthrose beitragen, vgl. BK 2112 [21].

Bei näherer Analyse der einzelnen Beinhaltenungen fällt das Knien im Fersensitz bei der Beladetätigkeit mit Rollbettförderer auf. Analog zur Veränderung der Beinhaltung „Knien im Fersensitz“ verbessert sich entsprechend Abbildung 26 die Rumpfneigung nach vorne. Dabei profitiert insbesondere der Medianwert, der eine Rumpfneigung von 19,9° anzeigt, während der Median der drei

anderen Ladetätigkeiten bei höher belastenden 32° liegt. Das 95. Perzentil der Rumpfneigungen zeigt bei der Beladung mit dem

Rollbettförderer einen Neigungswinkel von 63,1°, sodass sich hier kein Vorteil bei den Rumpfneigungen ergibt.

Abbildung 26:
Rumpfneigung nach vorne während der Ladetätigkeit



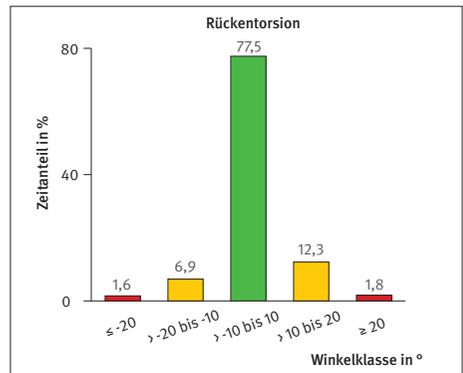
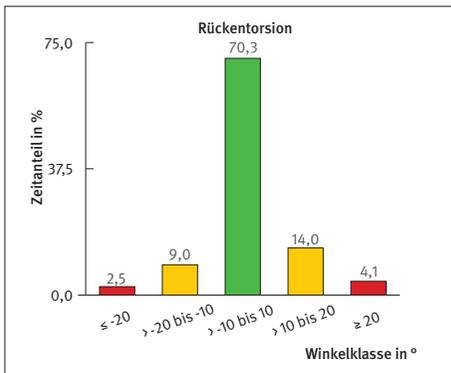
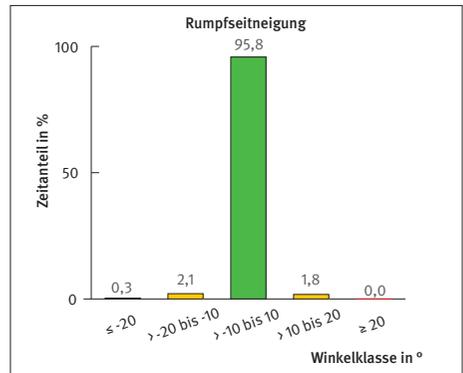
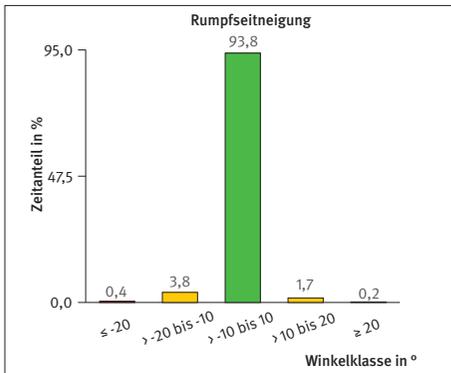
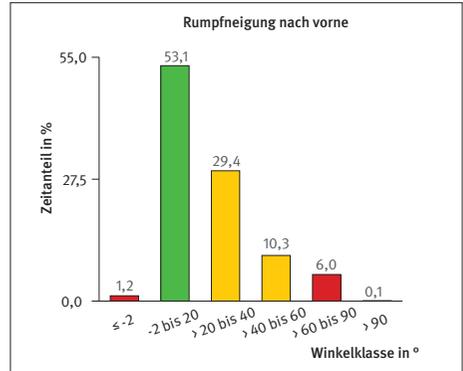
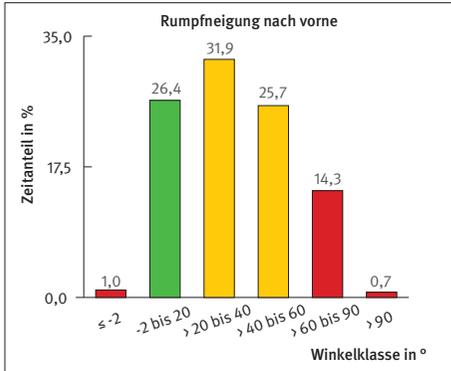
Einen umfangreicheren Überblick über die Rumpfwinkel liefert Abbildung 27. Hier wird deutlich, dass bei allen Tätigkeiten im Belly wenig neutrale Rumpfneigungen eingenommen werden. Allerdings ist bei den Tätigkeiten mit Rollbettförderer der Anteil der neutralen Rumpfneigungen mit 53,1 und 30,1 % etwas günstiger als bei der konventionellen Ladetätigkeit mit 26,4 und 22,7 %.

Signifikante Unterschiede zwischen den Arbeitsweisen mit und ohne Rollbettförderer sind bei der Rumpfseitneigung oder bei der Rückentorsion nicht nachweisbar. Dabei sind bei der Rückentorsion bis zu 30 % der Körperhaltungen außerhalb des

Neutralbereichs. Die Verwendung von Powerstow reduziert den Anteil auf einen etwas geringeren Wert von ca. 23 %. Die Rumpfseitneigung stellt in allen Arbeitssituationen keine Belastung dar.

Der Einsatz von Powerstow zeigt bei der Belastungsbewertung nach OWAS ebenfalls moderate Verbesserungen. Deutlich ist die Verbesserung der Belastungssituation bei der Beladung von Flugzeugen. Dagegen ist bei deren Entladung praktisch keine Entlastung feststellbar. Einen zusammenfassenden Überblick bietet Abbildung 28, in der die OWAS-Haltungsdiagramme nach Tätigkeiten aufgeschlüsselt sind.

Abbildung 27a:
Rumpfeigung nach vorne, Rumpfseitneigung und Rückentorsion
bei der **Beladung**;
links: ohne Rollbettförderer, rechts: mit Rollbettförderer



4 Ergebnisse: Flugzeugabfertiger im Ladeservice

Abbildung 27b:

Rumpfneigung nach vorne, Rumpfseitneigung und Rückentorsion bei der **Entladung**;

links: ohne Rollbetteförderer, rechts: mit Rollbetteförderer

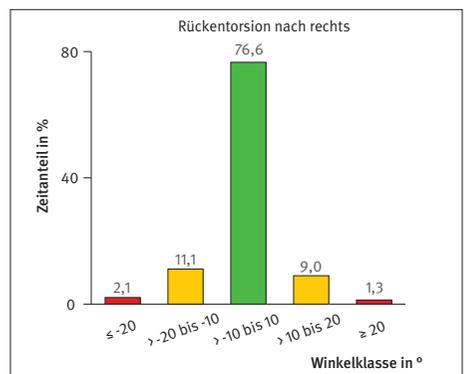
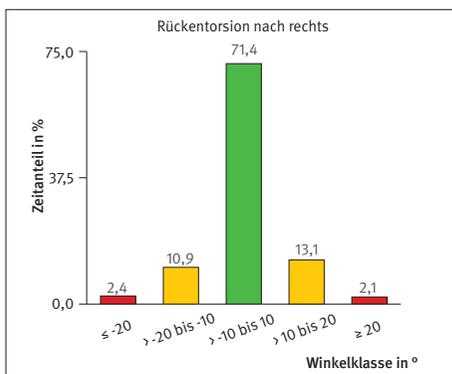
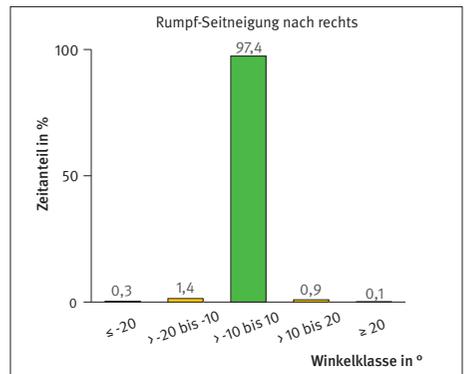
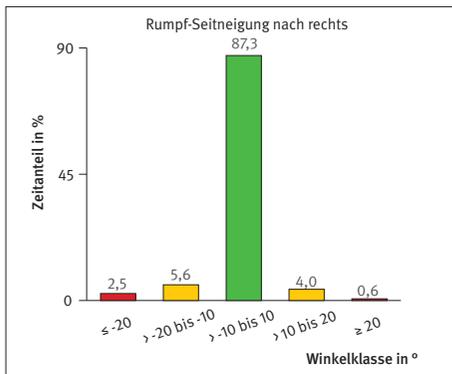
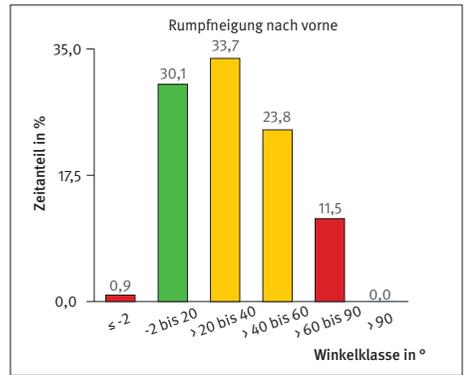
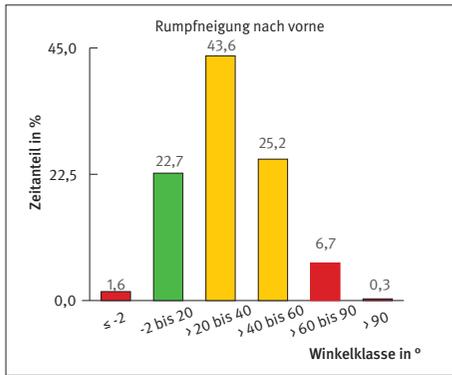


Abbildung 28a:

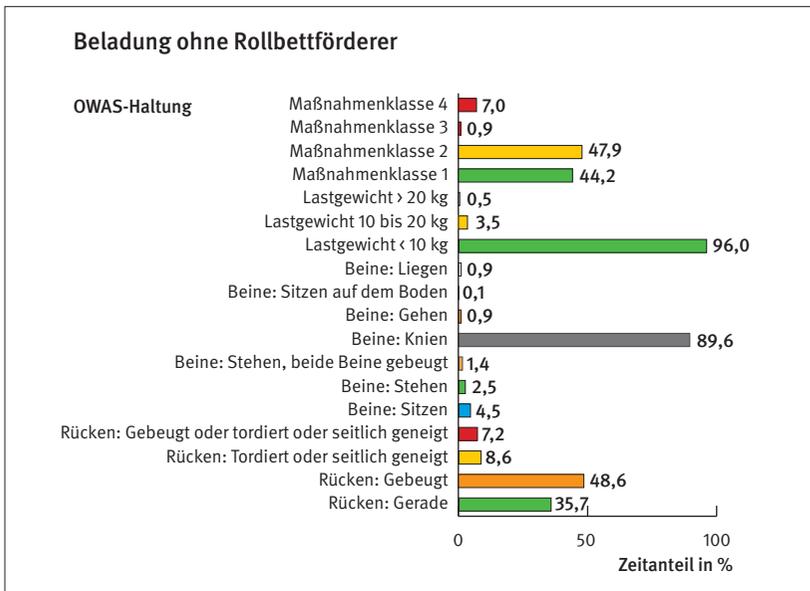
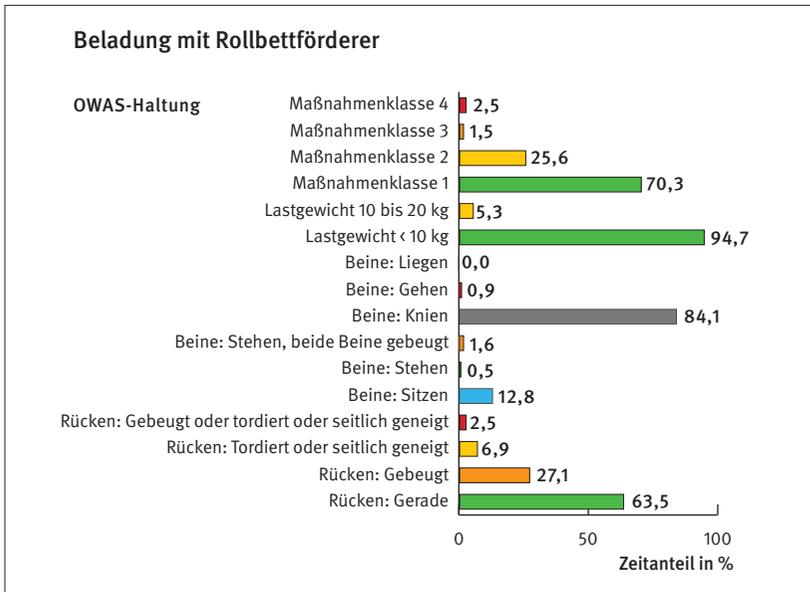
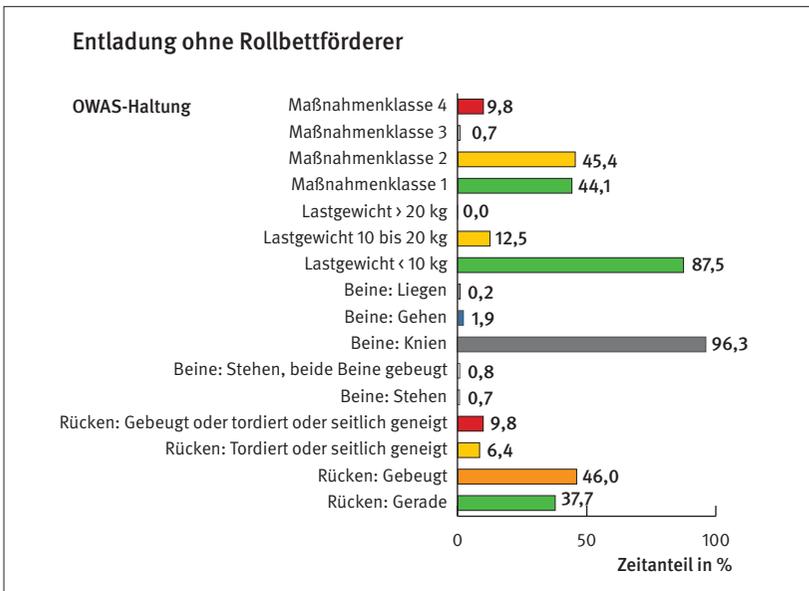
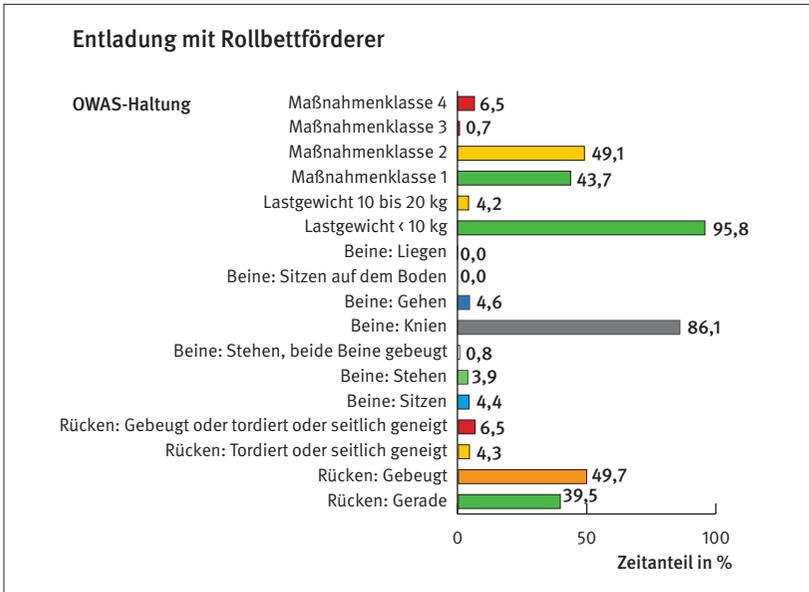
OWAS-Haltungsdiagramm nach Tätigkeiten aufgeschlüsselt; **Beladung**

Abbildung 28b:
OWAS-Haltungsdiagramm nach Tätigkeiten aufgeschlüsselt; **Entladung**



Die Beladung mit Rollbettförderer zeigt Oberkörperhaltungen mit gebeugtem Rücken zu einem Anteil von 27,1%. Dadurch fallen die Anteile der kombinierten ungünstigen Rumpfhaltungen „Rücken gebeugt und tordiert oder seitlich geneigt“ geringer aus, ebenso wie die Zeitanteile der Maßnahmenklassen 2 und 4, auf die die Rumpfbeugung einen großen Einfluss hat. Die Rumpfbeugung und damit die Zeitanteile der Maßnahmenklasse 2 haben sich im Vergleich zur konventionellen Flugzeugbeladung um ca. 20 % verbessert.

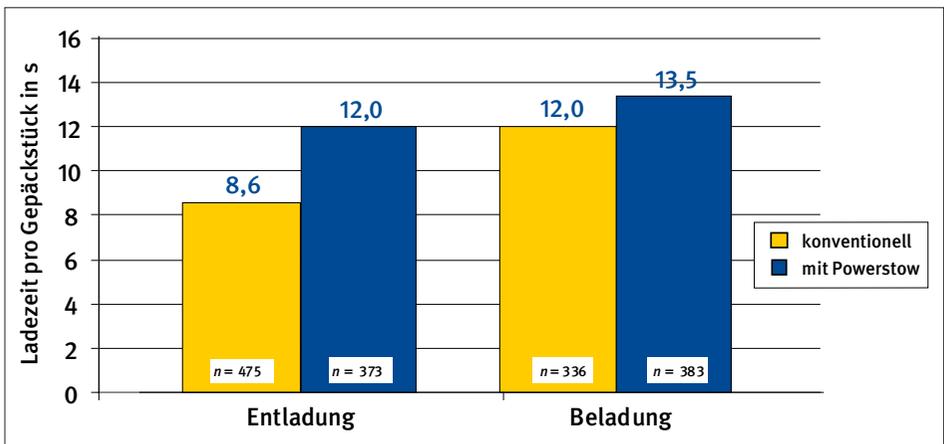
4.3 Ermittlung der Gepäckumsatzrate

Im Folgenden wurde die Be- und Entladezeit untersucht, jeweils bei konventioneller Ladetätigkeit und unterstützt durch

Powerstow. Da die Ladung der Flugzeuge unterschiedlich ist, wurde die Ladezeit pro transportiertes Gepäckstück berechnet, um eine Vergleichsmöglichkeit zu schaffen. Entladung und Beladung werden getrennt dargestellt. Abbildung 29 zeigt die Ladezeit pro Gepäckstück, ermittelt aus der gesamten Ladezeit (Aufenthalt im Belly) dividiert durch die Anzahl der geladenen Gepäckstücke. Die für die Umsatzrate zugrundeliegende Anzahl n der Gepäckstücke ist im Balkendiagramm angegeben.

Die konventionelle Gepäckentladung benötigt mit 8,6 s weniger Zeit pro Gepäckstück als die Entladung mit Powerstow (12 s) und die Entladung wiederum benötigt im Mittel weniger Zeit als die Beladung. So wurde bei der Entladung der Flugzeuge mit Powerstow eine 39,5 % längere Ladezeit festgestellt.

Abbildung 29:
Ladezeit pro Gepäckstück



Der Unterschied ist bei der Beladung mit einem Anteil von 12,5 % mehr Ladezeit weniger deutlich und in einzelnen Entladephasen, in denen keine Störungen

auftreten, wurden konventionell und auch mit Powerstow Nettoentladezeiten von 5 bis 6 s/Gepäckstück erreicht. Somit hat der Gepäcktransport isoliert betrachtet nahezu

dieselbe Geschwindigkeit bei konventioneller Arbeitsweise wie auch mit Powerstow. Verzögerungen entstanden beim Einsatz von Powerstow durch das Einfahren des Systems in den Flugzeugrumpf und in einigen Fällen auch durch das Einstellen der geeigneten

Transportbandhöhe, gelegentlich auch durch technische Schwierigkeiten. Die Beladung hingegen verlief sehr flüssig, die Verzögerung ergab sich hier eher durch Wartezeiten, bedingt durch Gepäcknachlieferungen.

5 Diskussion der Ergebnisse und abgeleitete Empfehlungen

In diesem Kapitel werden die Vorteile und die Schwierigkeiten beim Einsatz der technischen Systeme zusammengefasst und diskutiert. Damit lassen sich objektiv Anpassungs- und Entwicklungsmöglichkeiten aufzeigen und die Chancen für einen breiten Praxis-einsatz können abgeschätzt werden.

5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse im Gepäckservice

Hohe körperliche Belastungen kennzeichnen die Arbeitssituation in der Transferzentrale. Insbesondere das Umsetzen der Gepäckstücke von den Gepäckwagen oder Containern auf das Transportband stellt ein ernstes gesundheitliches Risiko für die Arbeiter dar; betroffen ist der Bereich der Lendenwirbelsäule. Eine Verbesserung der Arbeitssituation ist hier dringend erforderlich.

Die installierte Hebehilfe Vaculex ist geeignet, das hohe Risiko für die Entstehung einer Erkrankung des Rückens und der Bandscheiben auf ein akzeptables Maß zu reduzieren. Allerdings handelt es sich bei den verbesserten Arbeitsplätzen keineswegs um Schonarbeitsplätze, da auch weiterhin einige schwere Gepäckstücke manuell gehandhabt und die Containerdollies manuell gezogen oder geschoben werden müssen. Die Verringerung der Zahl manuell umgesetzter Gepäckstücke um bis zu 90 % lässt aber eine nachhaltige Wirkung auf den Gesundheitszustand der Mitarbeiter erwarten und entlastet das Muskel-Skelett-System. Dabei zeigt die Hebehilfe die beste Entlastungswirkung bei

Gepäckstücken im Gewichtsbereich von 15 bis 35 kg.

Der Einsatz der Hebehilfe konnte die Körperhaltung nicht nennenswert verbessern. Die Arbeitshöhe ist für das manuelle Umsetzen der Gepäckstücke ausgelegt, Rumpfneigungen treten beim Heranziehen und Aufnehmen der Gepäckstücke, beim Öffnen der Container oder beim Kuppeln der Gepäckanhänger auf. Der Gebrauch der Hebehilfe hat auf diese Tätigkeiten keinen Einfluss.

Ein signifikanter Unterschied der Körperhaltung bei der Entladung zwischen Gepäckwagen und Container wurde nicht ermittelt, weder bei manueller Arbeitsweise noch bei Unterstützung durch die Hebehilfe.

Auch die Untersuchung der Körpergröße der Gepäckabfertiger lässt keinen Zusammenhang mit der Rumpfneigung erkennen. Höhere Rumpfneigungen bei großgewachsenen Gepäckabfertigern wären ein Hinweis auf eine zu niedrige Arbeitshöhe.

Der Einfluss der Hebehilfe auf die Arbeitsgeschwindigkeit ergab im Rahmen der Messungen eine geringe Verlangsamung um 21 %, allerdings ist die Umsatzrate immer noch höher als es die durchschnittliche Gepäckmenge mit Blick auf die Tagesleistung erfordert. Die Beschäftigten arbeiten beim Einsatz der Hebehilfe mit einer gleichförmigeren Geschwindigkeit. Hier könnten sich positive Effekte durch die gleichmäßige Arbeitsbelastung gegen Schichtende hin entwickeln, da

die Mitarbeiter auch aufgrund der geringeren Anzahl von manuellen Umsetzungsvorgängen weniger ermüdet sein werden. Dieser Effekt wurde allerdings bei den Messungen nicht erfasst. Die individuell unterschiedliche Höhe der gemessenen Umschlagzahlen zeigt, dass bei entsprechender Fertigkeit des Mitarbeiters oder technisch gutem Zustand der Hebehilfe auch sehr große Umschlagzahlen mit der Hebehilfe erreicht werden können. Hier könnte eine Schulung oder ein innerbetrieblicher Erfahrungsaustausch sinnvoll sein.

Ein weiterer Vorteil der Hebehilfe ist die Prozessverträglichkeit zur konventionellen Arbeitsweise. Bei technischen Problemen kann ohne Umbau auf manuelle Gepäckabfertigung gewechselt werden. Ebenfalls kann im gemischten Team, also bei paralleler manueller Arbeit und Nutzung der Hebehilfe und manuell, das Gepäck umgesetzt werden. Diese hohe Flexibilität erlaubt es, saisonale Spitzen im Passagieraufkommen zu bewältigen werden.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass die ermittelte physische Entlastung und die anwendungsfreundliche Handhabung zu einer breiten Akzeptanz des Systems beitragen. *„Über 90 % der im Rahmen einer Erhebung befragten Mitarbeiter gaben an, aufgrund ihrer Arbeit mit der Vakuum-Hebehilfe weniger belastet zu sein“* [22].

5.2 Zusammenfassung der Ergebnisse im Ladeservice

Belastungen durch die Ladetätigkeit im Belly entstehen durch die niedrige Laderaumhöhe in Standardrumpfflugzeugen. Diesen Umstand kann auch das Transportsystem

Powerstow nicht wettmachen. Somit ist der Anteil kniebelastender Körperhaltungen weitgehend unabhängig vom Einsatz des Powerstows.

Die Oberkörperneigung nach vorne kann beim Beladen der Flugzeuge mit Powerstow verbessert werden, bei der Entladung verbessert das System die Körperhaltung nicht.

Eine deutliche Verbesserung der Situation ergibt sich bei der Handhabung der Gepäckstücke. Aus technischen Gründen konnte das CUELA-Messsystem die Gewichte der umgesetzten Gepäckstücke nicht erfassen. Die Analyse der Handhabungsdauer lässt aber den Schluss zu, dass Powerstow in Verbindung mit dem einstellbaren Ladetisch bei der Beladung eine deutliche Entlastung in Bezug auf die Kraftanforderung der Ladearbeiter darstellt. Schließlich reduziert sich die Handhabungsdauer bei der Beladung um 53 % und bei Entladung der Gepäckstücke um 45 %. Da die Ladetätigkeiten zu einem großen Teil in belastenden Körperhaltungen ausgeübt werden, wirkt sich die Unterstützung beim Laden der Gepäckstücke, z. B. Anheben der Gepäckstücke auf Verladehöhe, besonders positiv aus.

Somit verwundert es nicht, dass die Ladearbeiter bei den Messungen gerne Powerstow einsetzen, vorzugsweise bei den größeren Standardrumpfflugzeugtypen A321 und Boeing 757 (Tabelle 3). Aufgrund der großzügigeren Platzverhältnisse lässt sich Powerstow hier leichter in den Belly einfahren und die nach außen öffnenden Ladeluken der Flugzeuge behindern die Ladearbeiter weniger beim Einstieg in den Belly als es bei der kleineren Boeing 737 der Fall ist.

Weniger günstig wirkte sich der Einsatz von Powerstow auf die Umschlagzeiten aus. Die Entladezeit pro Gepäckstück erhöht sich im Mittel um annähernd 40 % bei der Verwendung von Powerstow, bei der Beladung waren es moderate 12,5 %.

Dennoch wurden konventionell wie auch mit Powerstow Nettoentladezeiten von 5 bis 6 s/pro Gepäckstück ermittelt. Verzögerungen entstanden beim Einsatz von Powerstow durch das Einfahren des Systems in den Flugzeugrumpf.

In einigen Fällen ergaben sich Probleme in der Handhabung von Powerstow. Entweder ließ sich der Ladetisch nicht auf die gewünschte Höhe einstellen, oder in einem Fall blockierte das Antriebsband des Ladetischs. Diese Messung wurde bei der Bewertung nicht berücksichtigt. In jedem Fall kam es bei technischen Problemen zu Mehrbelastungen der Ladearbeiter, die zusätzlich

eingesetzte Ladearbeiter vor Ort kompensieren konnten.

Als Ergebnis einer Mitarbeiterbefragung durch die Fraport AG im zweiten Quartal 2008 gaben 55 % der Befragten an, Powerstow weiter zu empfehlen, und „49 % sind der Meinung, dass die Arbeit durch Powerstow weniger belastend ist und genauso viele gaben an, gerne mit dem Gerät zu arbeiten“ [23].

Die Einführung von Powerstow wird zu einem großen Teil von Rationalisierungsgedanken getragen. Akzeptanz findet das System, wenn die Ladearbeiter die Vorteile durch die Belastungsminderung wahrnehmen. Um hier erfolgreich zu sein, muss eine hohe Verfügbarkeit durch die Wartung der technischen Systeme, eine gute Unterweisung der Ladearbeiter und die Abwechslung der Tätigkeiten im Belly und auf dem Vorfeld sichergestellt werden.

Literatur

- [1] *Mayer, M.*: Automatische Gepäckverladung am Flughafen München. *Karlsruher Transfer* (2006), Nr. 34, S. 28-33
- [2] ADV Monatsstatistik, kumulierte Monatswerte, Lokalaufkommen. Hrsg.: Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV) e. V., Berlin 2010. www.adv.aero/impressum.html
- [3] *Dell, G.*: Survey of airline baggage handlers suggest methods to prevent back injuries. In: *Airport Operations* 24 (1998) Nr. 5, S. 1-8. Hrsg.: Flight Safety Foundation
- [4] *Andrlik, C.; Labi, P.*: Ein Koffer hat keine Flügel – Lasthandhabung am Flughafen Wien. Hrsg.: Flughafen Wien AG Arbeitssicherheit und Arbeitsmedizin, 2007
- [5] Manuelle Lasthandhabung im Transport- und Gesundheitswesen. Hrsg.: Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (Österreich), 2008
- [6] *Tapley, S.; Riley, D.*: Baggage handling in narrow-bodied aircraft: Identification and assessment of musculoskeletal injury risk factors. Hrsg.: Health und Safety Executive, Großbritannien 2005
- [7] *Riley, D.*: Reducing the risks associated with the manual handling of air passenger baggage for narrow bodied aircraft. Hrsg.: Health und Safety Executive, Großbritannien 2009
- [8] *Dell, G.*: The causes and prevention of airline baggage handler back injuries: Safe designs required where behaviour and administrative solutions have had limited effect. Dissertation, University of Ballarat, Australien, 2007
- [9] Genesys – Generisches Entladesystem. Hrsg.: Institut für Prozessrechen-technik (IPR), Automation und Robotik Universität Karlsruhe. <http://genesys.ira.uka.de/>
- [10] Wir machen Bewegung. Hrsg.: Lödige Industries GmbH 2008. <http://nl.loedige.com/downloads/LOE-BR-Image-04-04-D-08.pdf>
- [11] Fraport AG Frankfurt Airport Services Worldwide; TAQP – Teilprojekt 1: Gepäckverladung; www.taqp.de/content/taqp/de/teilprojekte/teilprojekt_1_gepaeckverladung.html
- [12] *Ellegast, R.; Hermanns, I.; Schiefer, C.*: Feldmesssystem CUELA zur Langzeiterfassung und -analyse von Bewegungen an Arbeitsplätzen. *Zbl. Arbeitswiss.* 64 (2010) Nr. 2, S. 101-110
- [13] *Ellegast, R. P.*: Personengebundenes Messsystem zur automatisierten Erfassung von Wirbelsäulenbelastung. BIA-Report 5/98. Hrsg.: Hauptverband der Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 1998

- [14] DIN EN 1005-4: Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen; Deutsche Fassung EN 1005-4:2005+A1:2008 (1/2009). Beuth, Berlin 2009
- [15] *Caffier, G.; Steinberg, U.; Liebers, F.*: Praxisgerechtes Methodeninventar zur Belastungs- und Beanspruchungsbeurteilung im Zusammenhang mit arbeitsbedingten Muskel-Skelett-Erkrankungen. Forschungsbericht, Fb 850. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund 1999. Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft, Bremerhaven 1999
- [16] *Karhu, O.; Kansí, P.; Kuorinka, I.*: Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. *Appl. Ergon.* 8 (1977), S. 199-201
- [17] ISO 11226: Ergonomie — Evaluierung von Körperhaltungen bei der Arbeit (12/2000). Beuth, Berlin 2000
- [18] DIN EN 1005-4:2009: Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen; Deutsche Fassung EN 1005-4:2005+A1:2008 (1/2009). Beuth, Berlin 2009
- [19] BGI/GUV-I 5048-2: Information Ergonomische Maschinengestaltung von Werkzeugmaschinen der metallbearbeitung – Informationen zur Checkliste. Ausg. 12/2010. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2010. <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/i-5048-2.pdf>
- [20] DIN EN 1005-2: Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen; Deutsche Fassung EN 1005-2:2003+A1:2008 (5/2009). Beuth, Berlin 2009
- [21] Merkblatt zur Berufskrankheit Nr. 2112 der Anlage zur Berufskrankheiten-Verordnung. Gonarthrose durch eine Tätigkeit im Knien oder vergleichbare Kniebelastung mit einer kumulativen Einwirkungsdauer während des Arbeitslebens von mindestens 13.000 Stunden und einer Mindesteinwirkungsdauer von insgesamt einer Stunde pro Schicht. *GMBL.* 61 (2010) Nr. 5-6, S. 98-103
- [22] *Pötz, M.; Kühne, J.; Heurung, K.*: Technologieinnovation im Gepäckhandling: Einführung der Vakuum-Hebehilfe und Planung des Gepäckroboters. In: Abschlusspublikation zum Projekt TAQP — Technologieinnovation, Arbeitsorganisation, Qualifizierung, Prävention — Systematischen Handlungskonzept für Produktivität und Gesundheit (TAQP), Teilvorhaben Prävention in altersgemischten Belegschaften — Umsetzung, Akzeptanz, Transfer“. Hrsg: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2011. S. 49-54

- [23] *Teipelke, K.; Weber, B.; Mainzer, J.:* Technologieinnovation in der Gepäckverladung: Einführung des Belly-Loaders PowerStow und Modifikation der Container-Dollies. In: Abschlusspublikation zum Projekt TAQP — Technologieinnovation, Arbeitsorganisation, Qualifizierung, Prävention — Systematischen Handlungskonzept für Produktivität und Gesundheit (TAQP), Teilvorhaben Prävention in altersgemischten Belegschaften — Umsetzung, Akzeptanz, Transfer“. Hrsg: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2011. S. 55-62

