

Kraftermittlung und Risikobetrachtung im Servicebereich(Nutzfahrzeuginstandhaltungen)

JohannesBROMBACH¹, BernhardKURZ¹, Florian SCHWEIGER²

¹ *Fakultät für Wirtschaftsingenieurwesen, Hochschule München
Lothstr. 64, D-80335 München,*

² *MAN Truck & Bus Deutschland GmbH (MTBD),
Organisation und Strukturen (MTBD-DO)
Oskar-Schlemmer-Str. 19-21, D-80807 München*

Kurzfassung:

Es wird geschildert mit welchen Verfahren der Kraftmessung und Risikobeurteilung in einem Projekt bei einem großen deutschen Unternehmen die gegenwertige Situation analysiert und Vorschläge zur Verbesserung gemacht werden. Neben der technischen Komponente der Kraftmessung und einer eigens dafür entwickelten Vorrichtung und der organisatorischen Komponente in einem Projekt mit Vertretern verschiedener Fachdisziplinen werden die Besonderheiten und Unterschiede zum Produktionsbereich hervorgehoben und diskutiert. Die Ausarbeitung und Präsentation enthält neben den theoretischen Ansatzpunkten praktische Problemstellung und Lösungsmöglichkeiten, die dazu geeignet sind ähnliche Situationen systematisch und zielorientiert anzugehen.

Schlüsselwörter: Kraftmessung, Servicebereich, Beanspruchungswechsel, Körperhaltung, ergonomische Verbesserung

1. Einleitung

Seit Jahren wird dem Dienstleistungs- und Servicebereich eine zunehmende Bedeutung zugesprochen. Nichts desto trotz sind die methodischen Ansätze der Ergonomie überwiegend am Produktionsbereich ausgerichtet. Besonders deutlich wird dieses Missverhältnis bei Fahrzeugen im Unterschied zwischen deren Produktion und Instandhaltung. Während es im Produktionsbereich bereits viele spezifischen Ansätzen gibt, sieht die Situation im Servicebereich deutlich weniger günstig aus. Durch das Fehlen von sich ständig wiederholenden Tätigkeiten ist die Risikobetrachtung mit üblichen Verfahren wie z.B. in Bezug auf die Rückenbelastung mit der Leitmerkmalmethode (Heben, Halten, Tragen) nicht einfach. Schon die Abschätzung der Kraftaufwendung im Ablauf der Tätigkeit bei der Montage oder Demontage schwerer Fahrzeugteile, die teilweise ganz und teilweise nur anteilsweise angehoben werden müssen, ist nicht unproblematisch und entzieht sich einer einfachen Abschätzung oder Simulationsrechnung.

2. Methode

Zielsetzung des Unternehmens ist es die Arbeitsbedingungen im Servicebereich von Nutzfahrzeugen zu analysieren und in Bezug auf Ergonomie vor dem

Hintergrund des demographischen Wandels zu verbessern. Dazu wurde vom Unternehmen ein wie folgt zusammengesetztes Team zusammengestellt:

- Unternehmensvertreter des Managements
- Mitarbeitervertretung
- Erfahrene Mitarbeiter aus dem Servicebereich
- Fachpersonal für die Beurteilung der Tätigkeiten (z.B. durch Arbeitsmediziner und Fachkräfte für Arbeitsschutz und Mitarbeiter für das Betriebliche Eingliederungsmanagement)
- externe Vertreter der Berufsgenossenschaft, Krankenkasse (z.B. mit einem Physiotherapeuten) und der Hochschule München.

2.1 Tätigkeitsanalyse

Zur Beurteilung der Bedingungen im Servicebereich wurden zunächst die wichtigsten Tätigkeiten in Bezug auf deren Häufigkeit hin analysiert. Dabei konnte von Seiten des Unternehmens gezeigt werden, dass trotz der vielschichtigen Aufgaben in diesem Dienstleistungsbereich doch einige sehr häufig vorkommende Tätigkeiten einen Großteil der täglichen Arbeitszeit für die Beschäftigten ausmachen. Es wurde daraufhin beschlossen diese häufig vorkommenden Tätigkeiten genauer zu analysieren. Im Zuge der Analyse stellte sich heraus, dass in Servicebereich bei der Instandhaltung und Instandsetzung der Fahrzeuge besonders auf die Belastung des Rückens und der Wirbelsäule geachtet werden muss. Gestreckte oder gebeugte Körperhaltungen und das auftretenden von hohen Aktionskräften bedingt durch die zum Teil schweren Fahrzeugteile wurden als Risikofaktoren identifiziert.

2.2 Kraftmessung und Körperhaltungsanalyse

Zur Analyse der Körperhaltungen wurde das CUELA-Messsystem (vgl. Ellegast et al. 2010) von Vertretern der Berufsgenossenschaft Holz und Metall eingesetzt. Dem Werker wurde zu Beginn einer jeden Versuchsreihe das CUELA-System angelegt. Um standardisierte Bedingungen herzustellen und damit objektive Messdaten zu erhalten, wurden die Tätigkeiten streng nach Angaben der sog. Reparaturanleitung durchgeführt.

Für die Analyse der auftretenden Reaktionskräfte wurde ein Messsystem für eine Messung im Feld entwickelt. Dabei sollten die Anwendung des Systems und die Interpretation der Messdaten möglichst einfach sein. Es sollte sichergestellt werden, dass die Reaktionskräfte beispielweise beim Andrücken oder Festhalten sowie beim Anheben schwerer Teile richtig beurteilt werden können. Schließlich sollte das Maßvorrichtung selber das Ergebnis natürlich nicht verfälscht oder die Arbeiten zu stark behinderten. Nach einer Analyse der marktüblichen Sensoren (z.B. piezoelektrisch, kapazitiv und resistiv) wurde eine Messvorrichtung auf Basis eines resistiven Foliensensors in einer Kraftmesseinheit entwickelt und zunächst unter standardisierten Bedingungen kalibriert (vgl. Abb.1). Die Messvorrichtung wurde nach der Erstellung eines ersten Prototyps weiter verbessert (vgl. Mujic 2014) und schließlich in einem Handschuh integriert. Dabei kann ein Messbereich von bis zu 30kg pro Hand realisiert werden. Bewusst wurde zur Vereinfachung eine eindimensionale Kraftmessung gewählt, wobei Querkräfte durch das Maßsystem verhindert wurden. Die Kraftmessung erfolgte vereinfachend nur bei Arbeitsschritten, bei denen ein Bauteilgewicht mit mehr als 5 kg auftrat. Dazu wurde die Tätigkeit

vorübergehend unterbrochen, um das Kraftmesssystem anzulegen. Zusätzlich wurden schwerere Teile mit entsprechenden Handwaagen gemessen.

Zur späteren Analyse wurden die Tätigkeiten mit einem Video dokumentiert, so dass eine klare Zuordnung von Kräften und Körperhaltungen entstand.



Abb. 1: Erprobung des Kraftsensors bei verschiedenen Krafrichtungen

2.3 Risikobeurteilung

Im Servicebereich treten verschiedene Belastungen in teilweise rascher Folge auf, die eine einfache Beurteilung wie etwa mit der Leitmerkmalmethode (Heben, Halten, Tragen) der BAuA, die in der Praxis mittlerweile häufig Verwendung findet, schwierig machen. Um zumindest eine kombinierte Belastung durch Heben und Tragen und Ziehen und Schieben zu ermöglichen wurde das im KoBRA-Projekt (vgl. Kugler et al. 2010) entwickelte Multiple-Lasten-Tool verwendet und die Ergebnisse tabellarisch dargestellt.

3. Ergebnisse

Neben den Messwerten der Handkräfte lag ein besonderer Schwerpunkt bei der Beurteilung der Körperhaltungen. Die CUELA-Analyse erlaubte dabei zum einen eine differenziert Darstellung der kritischen Körperhaltungen im Zeitablauf (die Ergebnisse werden hier nicht dargestellt) zum anderen war es möglich die Einstufungen der Körperhaltung mit dem Multiple-Lasten-Tool nicht nur wie üblich abzuschätzen, sondern mit den Spezialisten der Berufsgenossenschaft aufgrund der Datenlage zu diskutieren.

Dabei lagen die Beanspruchungsschwerpunkte bei:

- Großen Aktionskräften in Kombination mit ungünstigen Körperhaltungen
- Kopfneigungen nach hinten (durch Überkopfarbeiten unter dem Fahrzeug)
- Statischen Zwangshaltungen mit Seitenneigung und Verdrehung (durch eine schlechte Erreichbarkeit der Wirkungsstelle und beengte Verhältnisse)
- Rumpfbeugungen (Arbeiten in gebückter Haltung)

Im Ergebnis konnten über die Ermittlung einer Tagesexposition hinaus auch einzelne Tätigkeiten genauer analysiert werden. Abb. 2 zeigt beispielhaft wie ein Ersatzteil, das 13,5 kg wiegt in einer ungünstigen Körperhaltung für ca. 46 s gehalten werden muss.

In einem Standardformblatt, das zur Bearbeitung im Team entwickelt wurde, konnten dann die Ideen der Teilnehmer gesammelt werden. Dabei wurden technische (z.B. eine Hebehilfe), organisatorische (z.B. Hilfe durch einen zweiten Mitarbeiter) und persönliche Maßnahmen (z.B. Verbesserung der Körperhaltung oder entsprechende physiotherapeutische Übungen) unterschieden. Am Ende des Standardformblatts wurden die Maßnahmen dann in Bezug auf ihren Beitrag zur Reduktion der Belastung, d.h. durch die wahrscheinlich mögliche Reduktion der Risikokennzahl hin überprüft.

	Gewicht/kg:	13,5
	Haltezeit/s	46
	Haltungs- Wichtung	8
	Ausführungs- Wichtung	8

Abb. 2: Arbeiten beim Austausch eines Ersatzteils zur Beurteilung einer Tätigkeit.

Vielversprechend sind dabei vor allem:

- der Einsatz von Hebebühnen,
- geeignete Stehhöhenanpassung in der Grube,
- Stehhilfen bei schwer zugänglichen Stellen und feinmotorischen Tätigkeiten
- eine Optimierung der Werkzeuge und ihrer Zugänglichkeit
- organisatorische und physiotherapeutische Maßnahmen

Nach dem Prinzip Aufwand und Nutzen möglicher Lösungsvorschläge zunächst zu quantifizieren und somit zu gewichten wurden dann erste Maßnahmen priorisiert und zur Umsetzung empfohlen.

4.Diskussion

Die Beurteilung von Arbeitsbedingungen in der Produktion ist gegenüber dem Servicebereich häufig deshalb einfacher und weniger aufwändig, weil sich die Tätigkeiten vielfach ständig wiederholen. Auch eine Optimierung eines Ablaufs z.B. durch Spezialwerkzeuge und entsprechende Hilfsmittel kann durch den hohen Wiederholungsgrad häufig wirtschaftlich dargestellt werden. Immer werden jedoch die Einseitigkeit und die zum Teil zu befürchtende Monotonie, gerade bei getakteter Arbeit zu beklagen sein. Im Servicebereich ist es demgegenüber so, dass die Tätigkeiten sehr abwechslungsreich sind. Auch wenn die Körperhaltungen z.T. sehr

ungünstig sind, so werden doch häufig im Ablauf „fast automatisch“ die aus physiologischer Sicht wichtigen „Gegenbewegungen“ eingenommen, die in typischen Produktionsbereichen von erfahrenen Physiotherapeuten angeraten werden, um den Organismus nicht zu einseitig zu belasten. Bei der Anwendung der Risikobeurteilung mit dem Multiple-Lasten-Tool, wird implizier angenommen, dass eine schlechte Arbeitshaltung (z.B. das Halten einer Körperfernen Last mit der Haltungswichtung 8), die immer wiederkehrend eingenommen werden muss, gleichzusetzen ist mit verschiedenen aber immer ungünstigen Körperhaltungen (z.B. das Überstrecken beim nach hinten Beugen, eine Seitliche Verdrehung der Wirbelsäule bei schlecht zugänglichen Teilen oder das tiefe Bücken beim Demontieren schwerer Teile). Diese Annahme ist aber zumindest fragwürdig, weil eine allgemeine, körperlich unterschiedlich belastende Tätigkeit gegenüber einer einseitigen und sich ständig wiederholenden Arbeit nicht gleichzusetzen ist. Das „Austaktung“ und „Belastungswechsel“ als Einflussfaktoren zumindest erfasst werden können (und damit auch berücksichtigt werden sollten) wird z.B. deutlich, wenn die artverwandte Leitmerkalmethode manuelle Tätigkeiten gegenüber gestellt wird (vgl. Steinberg, et al. 2012). Allerdings ist diese Methode nur bei geringeren Kräften (d.h. unter 5 kg) anzuwenden.

Ein besonders positiver Aspekt des Projektes besteht darin, dass die Werker an den Teamtreffen teilnehmen konnten. Neben den theoretischen und messtechnischen Erkenntnissen konnte damit sichergestellt werden, dass die Befunde der Untersuchung sich auch im subjektiven Erleben der Mitarbeiter widerspiegelten. Dabei wurde grade z.B. eine extreme Körperhaltung, um wenige cm zu überbrücken oder der letzte, zusätzlich nötige „Kraftakt“ um z.B. eine korrodierte Schraube zu lösen, der durch die objektive Analyse auffällig wurde durch die subjektive Empfindung der Mitarbeiter bestätigt.

5.Literatur

- Ellegast, R.P., Hermanns, I., Schiefer, C.: Feldmesssystem CUELA zur Langzeiterfassung und -analyse von Bewegungen an Arbeitsplätzen. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft 64 (2010) 2 101-110
- Kugler, M., Bierwirth, M., Schaub, K., Sinn-Behrendt, A., Feith, A. ; Ghezal-Ahmadi, K. und R. Bruder: Ergonomie in der Industrie - aber wie? Handlungshilfe für den schrittweisen Aufbau eines einfachen Ergonomiemanagements, Institut für Arbeitswissenschaft, Technische Universität Darmstadt, 2010. Darmstadt
- Mujic, V., Gefährdungsbeurteilung und Kraftmessung hinsichtlich Muskel-Skelett-Erkrankungen im Servicebereich Bachelorarbeit im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen an der Hochschule München (nicht veröffentlicht) 2014
- Steinberg, U., Liebers, F., Klußmann, A., Gebhardt, Hj., Rieger, M. A., Behrendt, S. und U. Latza: Leitmerkalmethode. Manuelle Arbeitsprozesse 2011 – Bericht über die Erprobung, Validierung und Revision, F2195, BAuA (Hrsg.) Dortmund/Berlin/Dresden 2012