

Entwicklung einer Risikoanalyse zur Beurteilung intralogistischer Arbeitsabläufe am Beispiel der Audi AG

Steffen CONRAD¹, Martin SCHMAUDER², Katharina WISCHERMANN¹

¹ AUDI AG, Werk Neckarsulm
NSU-Straße 1, 74148 Neckarsulm

² Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme,
TU Dresden, Professur für Arbeitswissenschaft
Dürerstraße 26, 01307 Dresden

Kurzfassung: In diesem Beitrag wird die Vorgehensweise zur Weiterentwicklung der bei AUDI eingesetzten Risikoanalyse von physischen Tätigkeiten erläutert. Der Fokus liegt auf der Bewertbarkeit intralogistischer Tätigkeiten.

Schlüsselwörter: Ergonomie, Risikoanalyse, Logistik

1. Motivation und Ausgangslage

Der Bereich „Produktionssteuerung/Werklogistik“ der Audi AG am Standort Neckarsulm ist kontinuierlich bestrebt, Prozesse und Methoden weiter zu perfektionieren. Das vor einigen Jahren gestartete Forschungsprojekt „Ergonomie in der Logistik“ in der Organisationseinheit „Industrial Engineering“ stellt ein solches Vorhaben zur Methodenweiterentwicklung dar. Man ist bestrebt, die unternehmens-eigene physische Risikoanalyse nach neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen zu verbessern. Besonderes Augenmerk liegt auf der Bewertbarkeit intralogistischer Tätigkeiten. Die derzeit eingesetzte Methode fußt auf dem AAWS, welches ursprünglich für die Risikobewertung von Montagearbeitsplätzen entwickelt wurde.

Einen zentralen Punkt stellt, neben den eigentlichen Tätigkeiten der Intralogistik, die Berücksichtigung der Mitarbeiterstruktur dar. Derzeit angewendete Risikoanalysen bewerten entweder nur einen „Durchschnittsmenschen“ (meist männlich, 50. Körperhöhenperzentil, 40 Jahre alt) oder müssen mit Faktoren wie Körperhöhe, Alter und Gender individuell für jeden Arbeitsplatz erstellt werden. Im Automobilbau ist es zumeist Standard, dass ein Arbeitsplatz über drei Schichten hinweg besetzt ist und während der Schicht mehrfach eine Mitarbeiterrotation stattfindet. Aus diesen Gründen ist eine individualisierte Arbeitsplatzbewertung zu aufwendig. Einen „Durchschnittsmenschen“ zu definieren und sich bei der Gestaltung an dessen Abmessungen zu orientieren erscheint jedoch auch nicht vollumfänglich sinnvoll (Schmauder & Spanner-Ulmer 2014). Deshalb wird in diesem Forschungsprojekt eine Methode entwickelt, die der Forderung von Bokranz & Landau (2006), nach einer Auslegung von Arbeitssystemen, die individuelle Faktoren wie Körperhöhe, aber auch das Alter und Geschlecht berücksichtigen, entwickelt. Denn nur wenn Potenziale zur Arbeitssystemgestaltung erkannt werden, können diese auch umgesetzt werden.

2. Vorgehensweise zur Weiterentwicklung der Methode

Zu Beginn des Projektes wurde die derzeit angewendete Methode analysiert und mit 22 weiteren Bewertungsverfahren einer Nutzwertanalyse unterzogen. Um konkrete Unterschiede zwischen den Methoden sichtbar zu machen und die Anwendbarkeit zu prüfen, wurden Methoden mit dem höchsten Nutzwert auf 15 Referenzarbeitsplätze der Intralogistik im AUDI Werk Neckarsulm angewendet (Conrad et al. 2015). Dieser Methodenbenchmark verdeutlichte die Potenziale für eine genauere Bewertbarkeit von logistikrelevanten Tätigkeiten, beispielsweise des Ziehens und Schiebens schwerer Lasten.

In einem Unternehmen mit weltweit über 100 Werken sind Arbeitssysteme weitestgehend standardisiert. Die Mitarbeiterstruktur ist dies aufgrund von Gender, Körperhöhe und Lebensalter jedoch nicht. Hierzulande wirkt sich der demografische Wandel merklich auf die Mitarbeiterstruktur aus. Deshalb ist die Betrachtung genannter Faktoren und deren Auswirkungen erforderlich. Dies geschah beispielsweise durch eine Mitarbeiterumfrage zur Ermittlung der körperlichen Beanspruchungsfolgen bedingt durch die tägliche Arbeit.

Logistische Kerntätigkeiten wurden durch das vom Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme (TLA) mit entwickelte ergonomische Simulationstool CharAT-Ergonomics (Kamusella 2014), simuliert. Dadurch wurde eine körperhöhenabhängige Körperhaltung bei Standardtätigkeiten deutlich.

Auftretende Spitzenbelastungen wurden ebenfalls untersucht. Da rein manuell umzusetzende Gewichte innerhalb der Audi AG auf 15kg begrenzt sind, besteht nach dem Merkblatt zur Berufskrankheit 2108 (Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2006) kein erhöhtes Risiko. Ferner finden sich in diesem Dokument Richtwerte für die Körperkräfte für das Ziehen und Schieben. Da jedoch nur das Gewicht von den bis zu 900kg schweren Trailern bekannt ist, nicht aber die aufzuwendenden Körperkräfte, wurden diese experimentell ermittelt.

Abbildung 1 zeigt die Einzelbausteine des Forschungsprojektes. Die angepasste Methode wird abschließend an den Referenzarbeitsplätzen validiert.

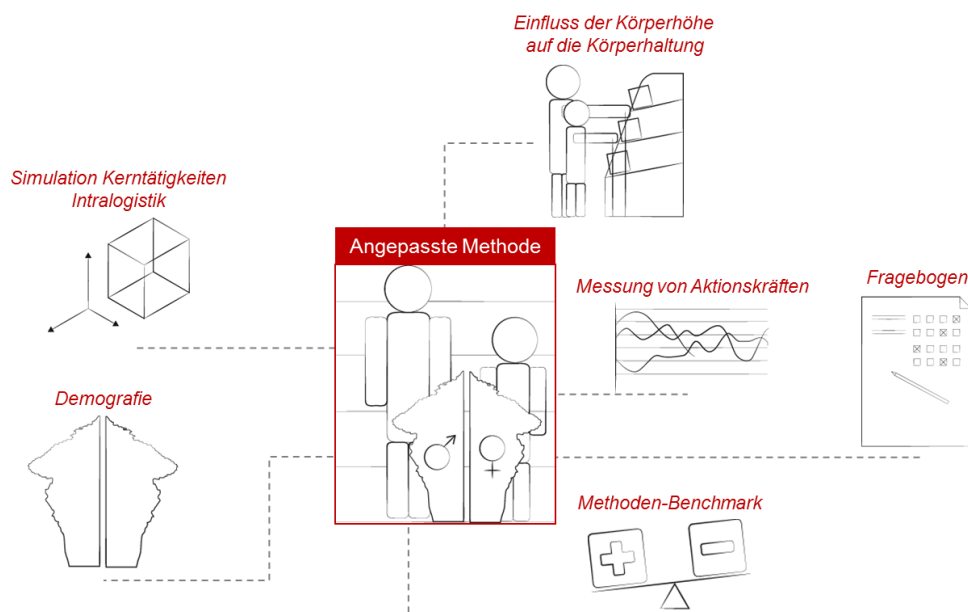


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Einzelbausteine zur Methodenentwicklung

3. Ausschnitt der Ergebnisse der getätigten Untersuchungen

Im folgenden Kapitel werden einige Ergebnisse aus den durchgeführten Untersuchungen vorgestellt.

3.1 Nutzwertanalyse und Methodenbenchmark

Für die Nutzwertanalyse wurden insgesamt 23 Bewertungsverfahren mit deren Eigenschaften verglichen. Dazu wurden Anforderungen an eine Risikoanalyse durch ein Expertengremium - bestehend aus Mitarbeitern der operativen Logistik, Anwendern der Methode aus dem Bereich Industrial Engineering und Ergonomieexperten - formuliert, kategorisiert und eine zugehörige Wichtigkeit festgelegt. Die 23 Verfahren wurden mit den Anforderungen abgeglichen und mit festgelegten Gewichtungspunkten bewertet. Diese Punkte wurden für jedes Verfahren mit der Wichtigkeit verrechnet und bildeten letztlich den Nutzwert. Verfahren die einen hohen Nutzwert aufwiesen (dazu gehören EAWS, Multiple-Lasten Tool, IAD BkB und NPW) wurden für den Methodenbenchmark an 15 Referenzarbeitsplätzen angewendet.

Die Ergebnisse waren in einigen Tätigkeitsbereichen sehr ähnlich, in anderen jedoch nicht. „Eine Methode für alle Fälle erscheint nach den kritischen Betrachtungen fast unmöglich zu sein. [...] Notwendig erscheint deshalb die Eingrenzung auf relevante, realistische und sicher erfassbare Merkmale der Tätigkeit.“ (BAuA 2007). Eben diese Merkmale gilt es zu identifizieren und in eine angepasste Bewertungsmethode zu überführen.

3.2 Mitarbeiterbefragung zum subjektiven Beanspruchungsempfinden

Um die im vorigen Abschnitt beschriebenen Merkmale zu identifizieren, wurde neben einer Expertendiskussion eine Mitarbeiterumfrage initiiert, die das subjektive Beanspruchungsempfinden ermitteln sollte.

Die Ergebnisse zeigen besonders im Rücken-, Schulter- und Nackenbereich eine erhöhte Beanspruchung aufgrund der physisch anspruchsvollen Arbeit. Die Beanspruchungsfolgen in Punkto Häufigkeit und Intensität sind besonders bei älteren Mitarbeitern (ab 50 Jahren), aber auch bei den unter 20-jährigen Mitarbeitern ausgeprägter, ebenso wie bei weiblichen Beschäftigten. Identifizierte Beanspruchungstreiber sind über Kopf Arbeit, Ziehen und Schieben und vielfaches Drehen des Oberkörpers, welches häufig bei Staplerfahrern beim Rückwärtsfahren notwendig ist.

Über dieses Projekt hinausgehend wurden die Wechselwirkungen zwischen körperlichen Beanspruchungsfolgen und psychischer Gesundheit untersucht. Ein solcher Effekt wurde nachgewiesen. Zusammenfassend lässt sich sagen, wer körperlich fit ist, hat weniger mit Beanspruchungsfolgen zu kämpfen.

3.3 Untersuchung von Spitzenbelastungen

Spitzenbelastungen bei operativen Tätigkeiten entstehen immer dort, wo hohe Körperkräfte aufgebracht werden müssen. Dies ist beim Ziehen und Schieben von schweren Lasten der Fall (Glitsch 2004). Deshalb wurden die bei 20 Probanden auftretenden Körperkräfte experimentell ermittelt. Festgestellt wurde, dass die Kräfte bei dieser Tätigkeit bei ungeübten Mitarbeitern starken inter- und intraindividuellen

Streuungen unterliegen. Geübte Mitarbeiter hingegen hielten Richtwerte des Merkblatts für Berufskrankheiten BK 2108 (Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2006) für Körperkräfte auch bei Lasten von 900kg ein. Dies zeigt, dass sich mit steigendem Übungsgrad automatisch ein risikoarmes Arbeiten ausbildet. Dies ist jedoch bei unerfahrenen Personen noch nicht vorhanden. Deshalb sind diese einem höheren Schädigungsrisiko ausgesetzt. Um auch unerfahrenen Logistikmitarbeitern ein risikoarmes Bewegen von Trailern schnellstmöglich zu vermitteln, wird ein entsprechendes Schulungsmodul entwickelt.

Darüber hinaus ist es nun für die Methodenentwicklung möglich, die vom Trailergewicht abhängigen Körperkräfte zu bestimmen. Damit muss in Zukunft keine aufwendige Kraftmessung mehr durchgeführt werden. Nun kann die zu erwartende Körperkraft über das Lastgewicht bestimmt werden. Diese Erkenntnis bildet den zentralen Beitrag zur harmonisierten Risikobewertung zwischen Modulen, die die Risikoeinschätzung des Ziehens und Schiebens über Körperkräfte oder über das zu bewegende Lastgewicht vornehmen. Zukünftig ist es bei der Risikobewertung der Audi AG einerlei, ob diese über die Körperkraft oder über das Lastgewicht bestimmt werden. Die resultierenden Risikopunkte sind identisch.

3.4 Verbindung von Arbeitsräumen und zu erwartender Körperhaltung

Mittels des ergonomischen Simulationstools CharAT-Ergonomics (Kamusella 2014) und der in der DIN 33402-2 (2005) enthaltenen Körpermaße des Menschen, wurden haltungsabhängige Greifräume für Menschen zwischen dem 5. und 95. Körperhöhenperzentil festgelegt. Abbildung 3 zeigt exemplarische Menschmodelle in unterschiedlicher Haltung mit zugehörigem Greifraum. Die möglichen Greifräume wurden für die Körpergrundhaltungen stehen, sitzen und knien/hocken mit aufrechter, leicht und stark gebeugter Oberkörperhaltung durchgeführt. Ist nun die Höhe und Entfernung eines Arbeitsraumes bekannt, lässt sich rückschließend die zu erwartende Körperhaltung für Männer und Frauen unterschiedlichster Körperhöhen bestimmen. Diese Haltung kann dann, beispielsweise durch das EAWS, in Risikopunkten ausgedrückt werden.

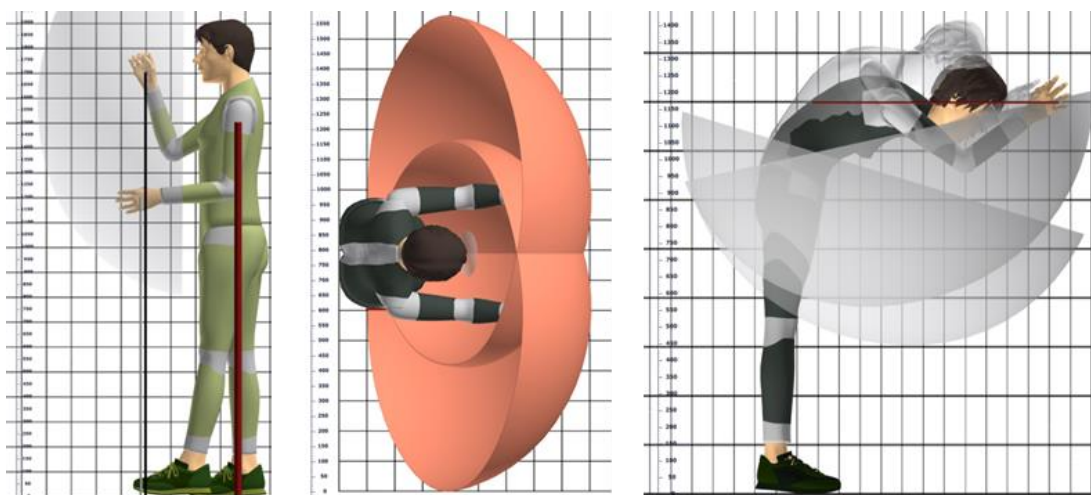


Abbildung 2: Exemplarische Darstellung von Menschmodellen in unterschiedlichen Körperhaltungen mit zugehörigem Greifraum

4. Zusammenführen der Ergebnisse und Methodenentwicklung

Die gesammelten Ergebnisse aus den Untersuchungen tragen abschließend zur Weiterentwicklung der unternehmenseigenen physischen Risikoanalyse bei. Die Arbeitsplatzdaten müssen dazu vom Industrial Engineer erhoben und in eine - zunächst auf einer Tabellenkalkulation basierenden - Eingabemaske eingetragen werden. Diese enthält Module der Körperhaltung, Körperkräfte und das logistikrelevante Modul der manuellen Lastenhandhabung. Die Körperhaltung wird aufgrund der eingetragenen Körpergrundhaltung und Arbeitsräume für Personen zwischen dem 5. und 95. Körperhöhen-perzentil berechnet und in Risikopunkte übersetzt. Aufgrund von festgestellter, altersabhängiger physischer Leistungsfähigkeit, wird diese mit einem Korrekturfaktor nach dem „Siemens Verfahren“ (Glitsch 2004), für das 40. Körperkraftperzentil (vgl. Wakula et al. 2009), verrechnet. Dadurch ergibt sich ein leistungs- bzw. altersabhängiger Risikopunktwert.

Das Modul Lastenhandhabung wurde aufgrund der experimentell ermittelten Ergebnisse zu Kräften beim Ziehen und Schieben mit dem Modul Körperkräfte harmonisiert. Somit ist es einerlei, ob zukünftig im Hause AUDI diese Tätigkeit über das Lastgewicht bewertet wird oder über eine Bestimmung der Aktionskräfte.

5. Ausblick und kritische Würdigung

Die weiterentwickelte Methode zur physischen Risikoanalyse befindet sich aktuell in der Validierung. Dazu werden die anfänglich 15 ausgewählten Referenzarbeitsplätze auch mit dieser Methode bewertet und die Ergebnisse anschließend mit den vorigen Ergebnissen verglichen.

Mit der Weiterentwicklung wird nicht mehr nur ein einziger Risikowert für einen Arbeitsplatz ausgegeben, sondern ein Risikobereich, der nutzergruppenspezifische Faktoren von Körperhöhe, Gender und Alter berücksichtigt. Zukünftige Aufgabe wird es sein, möglichst die gesamte Spannweite des Risikobereichs bezogen auf die Ampelfarben der Leitlinien für die Anwendung des drei-Zonen-Bewertungssystems (DIN EN 614-1 2009) nach Möglichkeit „grün“ zu gestalten. Oberstes Ziel muss die optimale technische Gestaltung nach ökonomischen und ergonomischen Prinzipien von Arbeitssystemen sein.

Eine mögliche Gefahr könnte darin bestehen, dass die Ergebnisse ausschließlich für eine Personaleinsatzplanung verwendet würden. Dies ist erst statthaft, wenn alle technischen Möglichkeiten ausgeschöpft sind und nur eine spezielle Nutzergruppe an einem Arbeitsplatz möglichst risikofrei arbeiten kann.

Die große Chance ist jedoch, dass es seitens der Audi AG gelingen kann, Arbeitssysteme dauerhaft demografiefest zu gestalten und dadurch einen effektiven Beitrag zur Gesunderhaltung der Belegschaft zu leisten.

6. Literatur

DIN 33402-2:2005-12, 2005-12: DIN 33402-2:2005-12 Ergonomie - Körpermaße des Menschen - Teil 2: Werte.

DIN EN 614-1:2009-06, Juni 2009: DIN EN 614-1:2009-06 Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Gestaltungsgrundsätze - Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze; Deutsche Fassung EN 614-1:2006+A1:2009.

- BAuA; Steinberg, Ulf; Dr. sc. med. Caffier, Gustav; Dipl.-Ing. Schultz, Karin; Dr.-Ing. Jakob, Martina; Behrendt, Sylvia (2007): Bericht "Leitmerkmalermethode Manuelle Arbeitsprozesse" // Leitmerkmalermethode Manuelle Arbeitsprozesse. Forschung Projekt F 1994. Dortmund, Berlin, Dresden: BAuA.
- Bokranz, Rainer; Landau, Kurt (2006): Produktivitätsmanagement von Arbeitssystemen. MTM-Handbuch. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2006): Merkblatt zu der Berufskrankheit Nr. 2108, 09-2006.
- Conrad, S.; Schmauder, M.; Wonka, F.; Wiegert, M. (2015): Entwicklung einer Methode zur Ergonomiebewertung von logistischen Tätigkeiten am Beispiel eines Automobilherstellers. Beitrag E 1.1. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (Hg.): VerANTWORTung für die Arbeit der Zukunft. 61. GfA-Frühjahrskongress 25.-27.02.2015, Karlsruhe. Dortmund: GfA-Press.
- Glitsch, Ulrich (2004): Untersuchung der Belastung von Flugbegleiterinnen und Flugbegleitern beim Schieben und Ziehen von Trolleys in Flugzeugen. Sankt Augustin: BIA (BIA-Report / Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz - BIA, 2004,5).
- Kamusella, Christiane (2014): Ergotyping. Technische Universität Dresden - Fakultät Maschinenwesen - Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme - Professur für Arbeitswissenschaft. Dresden. Online verfügbar unter <http://www.ergotyping.de>.
- Schmauder, Martin; Spanner-Ulmer, Birgit (2014): Ergonomie - Grundlagen zur Interaktion von Mensch, Technik und Organisation. München: Hanser, Carl (REFA-Fachbuchreihe Arbeitsgestaltung).
- Wakula, Jurij; Berg, Knut; Schaub, Karlheinz; Bruder, Ralph (2009): Der montagespezifische Kraftatlas. Hannover, Sankt Augustin: Technische Informationsbibliothek u. Universitätsbibliothek; BGIA (BGIA-Report, 2009,3).