

Wie viel ist zu wenig? Quantifizierung physischer Inaktivität an Fahrerarbeitsplätzen

Claus BACKHAUS¹, Karl-Heinz JUBT¹, Ingo HERMANN², Christian FELTEN¹

¹ *Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswirtschaft
Ottenser Hauptstr. 54, D-20359 Hamburg*

² *Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
Alte Heerstr. 111, D-53757 St. Augustin*

Kurzfassung: Die nachfolgende Studie untersucht die physische Inaktivität an Busfahrerarbeitsplätzen. Es wurden 16 Messungen im Langstrecken- und Stadtverkehr mit Hilfe des CUELA-Activity-Systems durchgeführt. Das System bestimmt die Physische-Aktivitäts-Intensität (PAI) mit Hilfe von 14 Sensoreinheiten und gibt diese als Vielfaches der Erdbeschleunigung g an. Für die Langstreckenfahrten ergab sich eine Gesamtaktivität (PAI_{Total}) von 0,008 g , für die Stadtfahrten von 0,007 g . Bei den Langstreckenfahrten verwendeten die Fahrer ein automatisches Geschwindigkeitsregelsystem, wodurch sie während der Fahrt die Füße von den Pedalen nehmen konnten. Dies führte gegenüber den Stadtfahrten zu einer Erhöhung der Gesamtaktivität. Die Untersuchung hat gezeigt, dass sich das eingesetzte CUELA-Activity-System gut zur Messung physischer Inaktivität an Fahrerarbeitsplätzen eignete. Die Ergebnisse zeigen, dass der Einsatz von Geschwindigkeitsregelsystemen einen positiven Effekt auf das Bewegungsverhalten der Fahrer haben kann. Die Auswirkung neuer Technologien zur assistierten Fahrzeugführung auf das Bewegungsverhalten der Fahrer sollte Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Schlüsselwörter: Körperliche Aktivität, Inaktivität, Bewegungsmangel, Fahrerarbeitsplatz, Busfahrer

1. Situation

Kraftfahrer verbringen den überwiegenden Teil ihrer Arbeitszeit in sitzender Körperhaltung und weisen in Gesundheitsstatistiken regelmäßig erhöhte Erkrankungsraten für Muskel-Skelett-Beschwerden auf. Besonders Rückenprobleme gehören zu den häufigsten Ursachen für ein vorzeitiges Ausscheiden dieser Beschäftigtengruppe aus dem Beruf (Jensen & Dahl 2009). Insbesondere Busfahrer sind häufig von langen und bewegungsarmen Beschäftigungszeiten betroffen. Michaelis (2008) ermittelt für Deutschland eine Prävalenz von 53% für Rückenbeschwerden bei Busfahrern. Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen auch Studien aus anderen Ländern, die Prävalenzraten von 45% bis 60% für Busfahrer angeben und eine zu geringe physische Aktivität als die dominierende Ursache für die Rückenbeschwerden der Fahrer identifizieren (vgl. Alperovitch-Najenson et al. 2010, Stadler & Silo 2012). Obwohl ein Zusammenhang zwischen sitzender Tätigkeit der Fahrer, Bewegungsarmut und dem Auftreten von Rückenbeschwerden zu existieren scheint, fehlt es bislang an Untersuchungen zur Quantifizierung physischer Inaktivität von Busfahrern.

In der nachfolgenden Studie wird erstmals die physische Aktivität von Busfahrern am Arbeitsplatz quantifiziert. Die Untersuchung soll helfen, die Eignung von Aktivitätsmessungen an Fahrerarbeitsplätzen als ein Hilfsmittel zur Prävention von Bewegungsarmut zu beurteilen.

2. Methode

Es werden 16 Messungen bei sechs männlichen Busfahrern im Alter von 27 bis 64 Jahren (MW: 43; SD: 14) durchgeführt, davon neun im Langstrecken- und sieben im Stadtverkehr. Die Datenerhebung erfolgt mit dem CUELA-Activity-System (Weber 2007), welches die Physische-Aktivitäts-Intensität (PAI) mit Hilfe von 14 Sensoreinheiten, die jeweils aus einem Accelerometer und einem Gyroskop bestehen, am Kopf, der Brust- und Lendenwirbelsäule, der oberen und der unteren Extremitäten der Fahrer erfasst (s. Abb. 1).



Abbildung 1: Versuchsperson mit CUELA-Activity-System während der Messung

Während der Messung werden die Fahrer mit einer Videokamera gefilmt. Die mit 50 Hz aufgezeichneten Messsignale werden zu gleitenden quadratischen Mittelwerten für ein Zeitfenster von 3 Sekunden (150 Messwerten) zusammengefasst und als Vielfaches der Erdbeschleunigung ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) ausgegeben. Die Bestimmung der Gesamtaktivität (PAI_{Total}) erfolgt durch das Addieren der einzelnen Teilkörperaktivitäten (PAI_i), entsprechend ihrer Segmentmassenverteilung im Körper (vgl. Pfeiffer 2010). Die Gewichtung der Teilkörperaktivitäten ist in Formel 1 dargestellt.

Formel 1:
$$PAI_{\text{Total}} = \sum (x_i \sum PAI_i) = 0,05 \sum PAI_{\text{Kopf}} + 0,1 \sum PAI_{\text{Arme}} + 0,45 \sum PAI_{\text{Rumpf}} + 0,4 \sum PAI_{\text{Beine}}$$

Zur Berücksichtigung von auftretenden Längs- oder Querschleunigungen des Fahrzeuges und der vertikalen Sitzbewegung wird in sitzender Körperhaltung des

Fahrers dessen Hüftpunkt als Referenzpunkt für das Messsystem festgelegt und die dort erfassten PAI von den anderen Messwerten subtrahiert.

3. Ergebnis

Die Messzeit für die Langstreckenfahrten beträgt im Mittel 3,5 Stunden (SD: 0,5), für die Stadtfahrten 1,8 Stunden (SD: 1). Für die Langstreckenfahrten ergibt sich ein PAI_{Total} von 0,008 g, für die Stadtfahrten von 0,007 g.

Ein durchgeführter Mann-Whitney-U-Test belegt den hochsignifikanten Ergebnisunterschied zwischen den Werten ($p < .01$). Bei den Stadtfahrten ist die PAI_{Kopf} gegenüber den Langstreckenfahrten hochsignifikant erhöht ($p < .01$). Bei den Langstreckenfahrten ist die PAI_{Beine} gegenüber den Stadtfahrten hochsignifikant erhöht ($p < .01$). Die Ergebnisse sind in Abbildung 2 dargestellt.

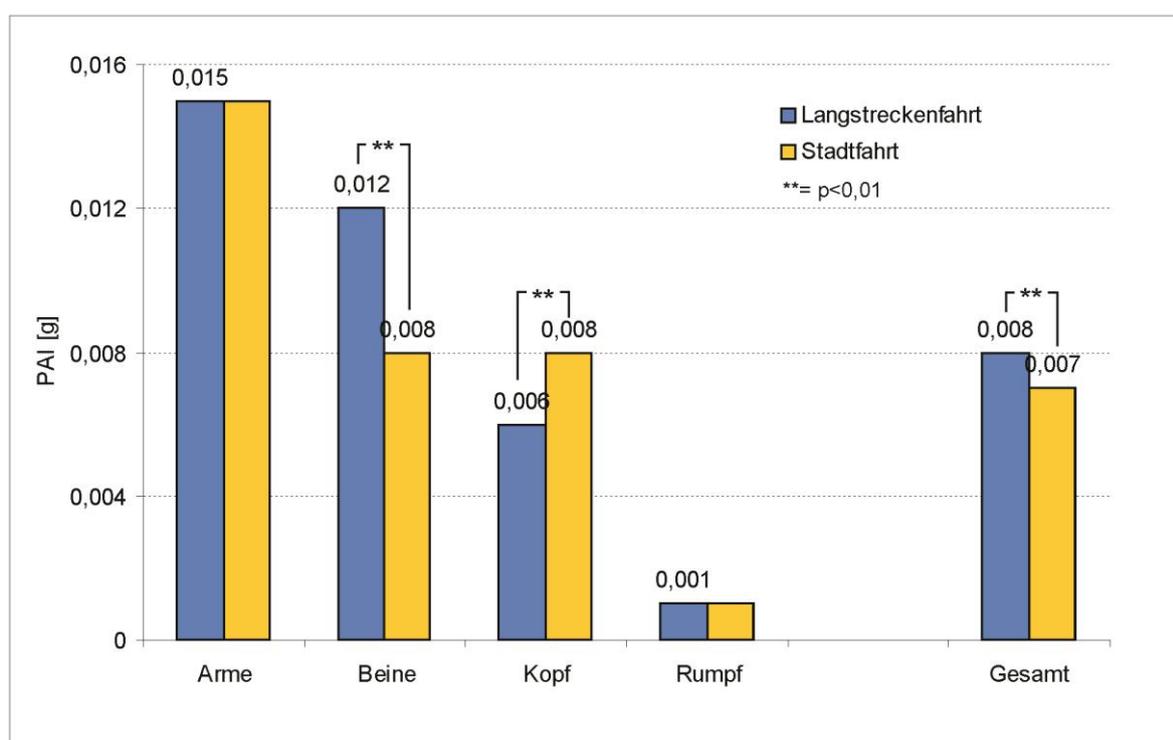


Abbildung 2: Mittelwerte PAI_i und PAI_{Total} für die Langstrecken- ($n = 9$) und Stadtfahrten ($n = 6$)

4. Diskussion

Erwartungsgemäß belegen die Werte zu PAI_{Total} eine sehr bewegungsarme Tätigkeit der Busfahrer. Die Werte PAI_{Arme} und PAI_{Rumpf} unterscheiden sich nicht zwischen den beiden Messreihen (Langstrecken- vs. Stadtfahrten). PAI_{Rumpf} ist bei beiden Messreihen mit 0,001 g die geringste Teilkörperaktivität, die gemessen wurde. Deutliche Unterschiede zwischen den beiden Fahrstrecken treten bei PAI_{Kopf} und PAI_{Beine} auf. Bei ersterer sind die Werte für die Stadtfahrten höher, was sich aus den erforderlichen Kopfbewegungen für Spurwechsel, Abbiegevorgänge und dem Kundenkontakt der Fahrer beim Verkauf von Fahrscheinen erklärt. PAI_{Beine} ist bei den Langstreckenfahrten höher als bei den Stadtfahrten.

Die größere Zahl von Brems- und Beschleunigungsvorgängen während der Stadtfahrten führt - unerwarteter Weise - nicht zu höheren Werten der PAI_{Beine} . Bei den Messungen der Langstreckenfahrten wurde von allen Fahrern ein automatisches Geschwindigkeitsregelsystem (Tempomat) eingesetzt. Dadurch hatten sie die Möglichkeit, während längerer Fahrtabschnitte die Füße von den Bedienpedalen des Fahrzeuges zu nehmen und frei im Fußraum zu positionieren. Durch das mehrfache Umsetzen der Beine können die Fahrer einer Muskelermüdung entgegen wirken, weshalb sich die PAI_{Beine} gegenüber den Stadtfahrten erhöht (vgl. Backhaus et al.).

Der beschriebene Effekt, dass eine Entkoppelung der unteren Extremitäten von den Bedienpedalen des Fahrzeuges zu einer Bewegungsintensivierung führen kann, ist eine wichtige Erkenntnis für die Prävention von Bewegungsarmut an Fahrerarbeitsplätzen, da bei geringer physischer Aktivität bereits einer verhältnismäßig kleinen Aktivitätssteigerung eine gesundheitliche Bedeutung beigemessen werden kann.

Die Untersuchung zeigt, dass sich das eingesetzte CUELA-Activity-System gut eignet, physische Inaktivität an Fahrerarbeitsplätzen zu quantifizieren. Die PAI liefert eine beobachtungsunabhängige Grundlage zur Beschreibung der körperlichen Aktivität an Fahrerarbeitsplätzen und unterstützt dadurch eine objektive Analyse von Fehlbelastungen durch Bewegungsarmut.

Da die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung erstmals auf einen positiven Effekt auf das Bewegungsverhalten durch den Einsatz von automatischen Geschwindigkeitsregelsystemen hindeuten, sollten zukünftig verstärkt die Auswirkungen des Einsatzes von Fahrerassistenzsystemen auf das Bewegungsverhalten am Fahrerarbeitsplatz untersucht werden.

5. Literatur

- Alperovitch-Najenson D., Santo Y., Masharawi Y., Katz-Leurer M. 2010. Low Back Pain among Professional Bus Drivers: Ergonomic and Occupational-Psychosocial Risk Factors. *The Israel Medical Association Journal*, Issue 12. S. 26-31
- Backhaus C., Jubb K.H., Marckwardt A., Hermanns I., Felten C., Hedtmann J. 2016. Messung körperlicher Aktivität an Fahrerarbeitsplätzen - am Beispiel von Busfahrern im Stadt- und Langstreckenverkehr. *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie*. In Druck
- Jensen A., Dahl S. 2009. Truck drivers hours-of-service regulations and occupational health. *Work* 32. S. 363-368
- Michaelis M. 2008. Gesundheitsschutz und Gesundheitsförderung von Berufskraftfahrern. Abschlussbericht zum Projekt F 2038. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
- Stadler P., Silo A. 2012. Psychomentele Fehlbelastung bei Busfahrern im öffentlichen Personennahverkehr. Internet: http://www.lgl.bayern.de/downloads/arbeitschutz/arbeitspsychologie/doc/endbericht_busfahrer.pdf Entnommen: 06.05.2014
- Weber B., Wiemeyer J., Hermanns I., Ellegast, R. 2007. Assessment of everyday physical activity: Development and evaluation of an accelerometry-based measuring system. *International Journal of Computer Science in Sport*. S. 4-20.
- Winter D.A. 1990. Biomechanics and Motor Control of Human Movement. Wiley: New York (NY)