

IFA Report 2/2023
Erfassung und Bewertung
der Kombinationsbelastungen
durch Ganzkörpervibrationen und
Körperhaltungen bei der Bedienung
von Van Carriern

Danksagung

Unser großer und herzlicher Dank richtet sich an unsere Kolleginnen und Kollegen aus der BGHW, Frau *Katrin Baranowski*, Herrn *André Stück* sowie an Frau *Corinna Becker* und Herrn *Frank Rokosch* für ihre organisatorische und fachliche Unterstützung.

Ebenso bedanken wir uns bei Herrn *Martin Töpel*, Herrn *Torsten Kramer* und Herrn *Hans Georg Kömmel* für die perfekte Organisation der Arbeitsabläufe. Ihre Unterstützung und Hilfestellung haben es uns erst ermöglicht, die betrieblichen Messungen wie geplant durchzuführen.

Herausgegeben von: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)
Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Verfasst von: Nastaran Raffler
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin

Ausgabe: November 2023

Satz und Layout: IFA
Bildnachweis: IFA

ISBN (online): 978-3-948657-62-8
ISSN: 2190-7994

Copyright: Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

Bezug: Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter
www.dguv.de/publikationen › Webcode: p022479

Kurzfassung

Erfassung und Bewertung der Kombinationsbelastungen durch Ganzkörpervibrationen und Körperhaltungen bei der Bedienung von Van Carriern

In Hafengebieten werden Van Carrier (VC, auch Portalhubwagen oder Straddle Carrier genannt) in erheblicher Anzahl zum Umschlag von ISO-Containern eingesetzt. Die Steuerungskabine eines VC ist seitlich versetzt an der Stirnseite montiert. Damit sind einseitiges Verdrehen des Oberkörpers oder eine verdrehte bzw. vorgeneigte Körperhaltung häufig vorkommende Zwangshaltungen bei allen untersuchten Tätigkeiten wie Vorwärts und Rückwärtsfahren sowie Positionierung des Containers. Viele Fahrerinnen und Fahrer berichteten von Muskel-Skelett-Beschwerden im Bereich des Nackens und Rückens. Mögliche Ursachen dafür sind neben den genannten ungünstigen Körperhaltungen auch Ganzkörper-Vibrationen. Um den Stand der Belastungen durch diese Expositionen und eventuell auch den Stand der Präventionsmaßnahmen zu untersuchen, wurden in diesem Projekt 53 Fahrerinnen und Fahrer von Van Carriern in drei unterschiedlichen Betrieben untersucht. Trotz der sehr ähnlichen Arbeitsaufgaben und -abläufe wurden sehr unterschiedliche Fahrgewohnheiten beobachtet. Ebenso war die Positionierung der Fahrkabine unterschiedlich; im Betrieb 2 auf der linken Seite, im Betrieb 1 und 3 auf der rechten Seite.

Die Vibrationsbelastungen waren in allen drei Betrieben vergleichbar gering, obwohl diese Belastung über die subjektiven Angaben der Testpersonen bis zu 50 % als „hoch belastend“ angegeben war.

Der Einsatz technischer Arbeitshilfen wie Kamera oder verdrehbare Sitze konnte nicht genau untersucht werden, da diese sehr selten angewendet wurden oder nicht vorhanden waren. Die Nutzung des verdrehbaren Sitzes (sofern vorhanden) war auf Grund persönlicher Gewohnheiten und mangelnder Akzeptanz sehr gering. Um die Wirkung dieser Maßnahme untersuchen und diese als Präventionshilfe hervorheben zu können, ist eine Interventionsstudie sehr sinnvoll.

Bezüglich der Körperhaltung wurden bei allen VC-Tätigkeiten hohe und häufig auch einseitige Belastungen beobachtet. Die Höhe und Einseitigkeit dieser Belastungen variierten jedoch in den untersuchten Betrieben. Diese Unterschiede können teilweise auf die Konstruktion der Fahrkabine oder auch auf die logistischen Bedingungen des Betriebs (z. B. keine Rückwärtsfahrten im Betrieb 3) zurückgeführt werden.

Zusammenfassend wurden hohe Belastungen für das Muskel-Skelett-System beim Bedienen eines VC-Fahrzeuges gemessen. Die hohe Anzahl der Beschwerdeangaben im Bereich des Rückens, Nackens und ebenso in den berichteten Arbeitsunfähigkeiten zeigen die Bedeutung der Berücksichtigung der ungünstigen Körperhaltung bei Vibrationsexpositionen. Deshalb sind weitere Untersuchungen notwendig, um präventive Maßnahmen zu erproben und anzubieten.

Abstract

Combined stresses due to whole-body vibrations and awkward postures when operating straddle carriers

Van carriers (VCs, also known as straddle carriers) are used in significant numbers for the handling of ISO containers in port operations. The control cabin is positioned on one side, near the top of the frame. This frequently forces the operator's upper body to twist to one side or to tilt forward, a posture which was observed in all activities that involved driving forwards and backwards and positioning containers. Many drivers reported musculoskeletal complaints in their necks and backs. Apart from the above-mentioned poor postures, the discomfort may also be caused by vibrations of the entire body. To investigate the level of strain caused by such exposure and perhaps also the current progress in finding preventive measures, this project examined 53 VC drivers at three different facilities. Although the operations and routines were very similar, the study showed considerable differences in driving habits. There were also differences in the position of the driver's cabin: on the left at facility no. 2, and on the right at facilities nos. 1 and 3.

The strain from vibrations was relatively low at all three facilities, although up to 50% of the test persons described them as „highly strenuous“ in their subjective assessments.

The use of technical aids such as cameras or rotatable seats could not be accurately investigated, as these were very rarely fitted or not used at all. In instances where a

swivel seat was in place, it was not used very much, due to personal habits and lack of acceptance. To investigate the effectiveness of such a measure and to promote it as a preventive aid, it would be useful to conduct a suitable intervention study.

Regarding posture, it was found that all VC activities involved substantial and often one-sided repetitive strain. However, the magnitude and one-sidedness of such strain varied from one facility to another. These differences can partly be attributed to the design of the driver's cabin and partly to the logistical requirements of each facility (e.g. no reversing at facility no. 3).

In total, the study showed considerable repetitive strain on a person's musculoskeletal system when operating a VC. The high level of back and neck complaints and also the resulting numbers of incapacity for work that were reported show how important it is to look at the impact of poor postures during vibration exposure. Further research is therefore required in which preventive measures are tested and provided.

Résumé

Saisie et évaluation des effets combinés des vibrations du corps entier et des postures lors du pilotage de chariots cavaliers

Les activités portuaires font appel à un nombre considérable de chariots cavaliers (CC, également appelés chariots gerbeurs ou portiques automoteurs) lors de la manutention des conteneurs ISO. La cabine de pilotage d'un CC est déportée latéralement sur l'avant. Ainsi, une torsion unilatérale du buste, ou une position en torsion ou inclinée vers l'avant, sont des postures contraignantes fréquemment rencontrées dans toutes les activités étudiées, telles que la marche avant, la marche arrière et le positionnement du conteneur. De nombreux conducteurs ont signalé des troubles musculo-squelettiques au niveau de la nuque et du dos. Outre les mauvaises postures mentionnées, les vibrations du corps entier peuvent en être à l'origine. Afin d'étudier le degré d'exposition à ces nuisances et, le cas échéant, l'état des mesures de prévention, 53 conducteurs de chariots cavaliers issus de trois entreprises différentes ont été examinés. Malgré des tâches et des procédures de travail très similaires, des pratiques de conduite très différentes ont été observées. De même, le positionnement de la cabine de pilotage présentait des différences : du côté gauche dans l'entreprise n° 2, du côté droit dans les entreprises n° 1 et n° 3.

Les niveaux d'exposition aux vibrations étaient relativement faibles dans les trois entreprises, bien que cette exposition ait été déclarée « très éprouvante » par un maximum de 50 % des personnes interrogées, selon leurs déclarations subjectives.

Le recours aux dispositifs techniques auxiliaires, tels que les caméras ou les sièges pivotants, n'a pu être étudié en détail, car leur utilisation était très rare ou inexistante. L'utilisation du siège pivotant (lorsque présent) est très faible en raison d'habitudes personnelles et d'un manque d'acceptation. Pour étudier l'impact de cette mesure et la promouvoir comme outil de prévention, l'étude des interventions s'avère très pertinente.

En termes de posture, toutes les activités en lien avec les CC ont généré des tensions élevées et souvent unilatérales. Cependant, le niveau et l'unilatéralité de ces tensions variaient selon l'entreprise étudiée. Ces différences peuvent en partie s'expliquer par la conception de la cabine de pilotage ou par les conditions logistiques de l'entreprise (p.ex. aucune marche arrière dans l'entreprise n° 3).

Globalement, de fortes tensions ont été mesurées sur le système musculo-squelettique lors du pilotage d'un CC. Le nombre élevé de plaintes concernant le dos et la nuque, ainsi que les incapacités de travail signalées, montrent l'importance de la prise en compte des mauvaises postures lors de l'exposition aux vibrations. Il est donc nécessaire de poursuivre les recherches afin de tester et de proposer des mesures préventives.

Resumen

Detección y evaluación de las cargas combinadas causadas por las vibraciones y las posturas corporales al operar carretillas pórtico

Las carretillas pórtico (también llamadas «straddle carriers» o «van carriers») se utilizan comúnmente en las operaciones portuarias para manipular contenedores ISO. La cabina de control de estas carretillas se encuentra en una lateral de la parte delantera. Esto provoca posturas forzadas frecuentes, como girar el torso en una dirección o adoptar una postura corporal inclinada o torcida, en todas las actividades examinadas, como la conducción de avance y retroceso, así como la colocación de los contenedores. Muchos conductores informaron de molestias musculoesqueléticas en la zona del cuello y la espalda. Las posibles causas de ello, además de las posturas desfavorables antes mencionadas, son también las vibraciones de todo el cuerpo. Para investigar el nivel de carga causado por estas exposiciones y posiblemente también el estado de las medidas preventivas, se examinaron a 53 conductores y conductoras de carretillas pórtico de tres empresas diferentes en este proyecto. A pesar de que las tareas y los procedimientos de trabajo eran muy similares, se observaron hábitos de conducción muy diferentes. La posición de la cabina del conductor también era diferente: en la empresa 2 estaba en el lado izquierdo, mientras que en las empresas 1 y 3 estaba en el lado derecho.

Las cargas de vibración fueron comparativamente bajas en las tres empresas. Sin embargo, las declaraciones subjetivas de las personas que participaron en la evaluación indicaron que la carga fue «muy intensa» hasta en un 50 %.

No se pudo examinar en detalle el uso de ayudas técnicas de trabajo como cámaras o asientos giratorios, ya que muy raramente se utilizaban o no estaban disponibles. El uso del asiento giratorio (cuando estaba disponible) fue muy bajo debido a los hábitos personales y a la falta de aceptación. Para poder investigar el efecto de esta medida y resaltarla como una ayuda preventiva, sería muy apropiado llevar a cabo un estudio de intervención.

En cuanto a la postura, se observaron cargas elevadas y a menudo unilaterales en todas las actividades con carretillas pórtico. Sin embargo, el nivel y la unilateralidad de estas cargas variaron entre las empresas analizadas. Estas diferencias pueden deberse en parte al diseño de la cabina de conducción o a las condiciones logísticas de la instalación (por ejemplo, la ausencia de marcha atrás en la empresa 3).

En resumen, se registraron cargas elevadas para el sistema musculoesquelético al operar una carretilla pórtico. El elevado número de molestias en la zona de la espalda y en el cuello, así como las bajas laborales registradas muestran la importancia de tener en cuenta las posturas corporales desfavorables durante las exposiciones a las vibraciones. Por lo tanto, se requieren más investigaciones para analizar en detalle la situación y ofrecer medidas preventivas.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung und Problemstellung | 8 |
| 2 | Messungen und Methoden | 9 |
| 2.1 | Testpersonenkollektiv | 9 |
| 2.2 | Ganzkörper-Vibration | 10 |
| 2.2.1 | Methode (Ganzkörper-Vibration (GKV)) | 10 |
| 2.2.2 | Ergebnisse (Ganzkörper-Vibration) | 11 |
| 2.3 | Körperhaltung | 12 |
| 2.3.1 | Methode (Körperhaltungen) | 12 |
| 2.3.2 | Ergebnisse (Körperhaltungen) | 14 |
| 2.4 | Kombinationsexposition von Ganzkörper-Vibration und Körperhaltung | 15 |
| 2.4.1 | Methode (Kombinationsexpositionen) | 15 |
| 2.4.2 | Ergebnisse (Kombinationsexpositionen)..... | 15 |
| 2.5 | Beschwerden im Bereich des Muskel-Skelett-Systems | 16 |
| 2.5.1 | Methode (Befragung) | 16 |
| 2.5.2 | Ergebnisse (Befragung) | 16 |
| 3 | Diskussion | 18 |
| 4 | Auflistung der für das Vorhaben relevanten Veröffentlichungen, Schutzrechtsanmeldungen und erteilten Schutzrechte von nicht am Vorhaben beteiligten Forschungsstellen | 19 |
| 5 | Aktueller Umsetzungs- und Verwertungsplan | 20 |
| 6 | Literatur | 21 |
| 7 | Anhang: Flyer „Information zur Studie Ganzkörper-Vibrationen und Körperhaltungen“ | 22 |

1 Einleitung und Problemstellung

Wer von Berufs wegen Fahrzeuge führt, ist bei dieser Tätigkeit einer ganzen Reihe von Belastungen ausgesetzt. Darunter fallen physikalische Einwirkungen wie Ganzkörper-Vibrationen, Lärm und ungünstige Körperhaltungen sowie psychosoziale Belastungen. Diese multifaktorielle Belastung kann Muskel-Skelett-Beschwerden bis hin zu einer chronischen, irreversiblen Beeinträchtigung hervorrufen. Deshalb sind Untersuchungen dieser Kombinationsbelastungen für die Prävention in diesem Bereich von großer Bedeutung.

Während die Einwirkungen der einzelnen Belastungen wie Ganzkörper-Vibrationen, Lärm und Körperhaltungen immer wieder untersucht wurden, sind die Erkenntnisse über die Kombination dieser Belastungen sehr lückenhaft.

Die Einwirkungen der Körperhaltungen und Ganzkörper-Vibrationen mehrerer Fahrzeuge wurden im Rahmen einiger Projekte gemessen und untersucht (*Raffler et al. 2015, Raffler et al. 2017*). Hierbei ist erstmalig der Einfluss der Kombinationsbelastungen solcher Fahrtätigkeiten exemplarisch für einige Fahrzeuge wie Erdbaumaschinen und Flurförderzeuge dargestellt (IFA Report 2/2018). Weitere Fahrzeugarten wurden jedoch aus kapazitäts- oder organisatorischen Gründen kaum oder gar nicht untersucht. In Hafenbetrieben sind z. B. neben Flurförderzeugen und Kranen auch Van Carrier (VC, auch als Portalhubwagen bekannt) ein großer Bestandteil des Transportverkehrs, welcher noch nicht genau untersucht worden sind. Mit dem Van-Carrier werden genormte Container zwischen

Containerbrücke und Stellplatz bzw. LKW oder Bahn transportiert. Dabei werden die Container mit dem Spreader, nachdem er mit allen vier Eckbeschlägen des Containers verriegelt ist, aufgehoben. Die Fahrerkabine ist auf 11 m Höhe immer auf einer Seite des VC montiert. Damit ist das Fahren mit einseitigem Verdrehen des Oberkörpers oder Rückwärtsfahren bei verdrehter oder vorgeneigter Körperhaltung eine häufig vorkommende Zwangshaltung. Häufig werden auch Muskel-Skelett-Beschwerden im Bereich des Nackens und Rückens mitgeteilt. Um diese ungünstigen Körperhaltungen zu minimieren, gibt es mehrere technische Möglichkeiten, z. B. der Einsatz von Kameras oder einer Spreader-Aufsetz-Automatik (automatisches Andocken des Containers). Auch der Einbau verdrehbarer Sitze ist möglich. Ob diese Präventionsmaßnahmen eingesetzt werden und inwieweit sie eine Auswirkung auf das Wohlbefinden der Fahrenden haben können, gilt es zu überprüfen.

Das Ziel dieses Projektes war es zu untersuchen, wie hoch die Ganzkörper-Vibrationsexpositionen und die Belastungen, hervorgerufen durch ungünstige Körperhaltung beim Fahren eines VC, sind und welche Maßnahmen in den Betrieben bereits umgesetzt wurden, um diese Belastungen zu reduzieren. Dabei wurde das Fahrpersonal zu seinem persönlichen Empfinden und zur gesundheitlichen Auswirkung auf den muskuloskelettalen Bereich befragt.

2 Messungen und Methoden

2.1 Testpersonenkollektiv

Insgesamt wurden 53 VC-Bedienende in drei Hafengebieten untersucht. 23 Testpersonen (2 weiblich, 21 männlich) wurden bei ihren Routinetätigkeiten messtechnisch begleitet. Die restlichen 30 Testpersonen standen für die Befragungen zur Verfügung. Tabelle 1 zeigt die Aufteilung und demographischen Daten der Testpersonen in den drei untersuchten Betrieben.

Die Messdokumentationen und anschließenden Auswertungen erfolgten mit dem Einverständnis der Testpersonen in anonymisierter Form. In Abbildung 1 sind die untersuchten Fahrzeuge und Tätigkeiten für die drei Betriebe zusammengefasst. Die beobachteten Tätigkeiten sind wie folgt definiert:

- Reihe: Im Zwischenlager („Reihe“) werden die Container ab-, auf- oder umgeladen
- LKW: Be- und Entladevorgänge des LKW mit Containern
- Last- und Leerfahrt: Fahrtätigkeiten mit oder ohne Container
- Fächer/Blocklager: Im Zwischenlager werden die Container ab-, auf- oder umgeladen

- Containerbrücke: Be- und Entladevorgänge unter den Containerbrücken

Die technischen Daten zu den untersuchten Van Carriern sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

In Betrieb 2 haben die Fahrkabinen über einen/eine Seitengriff/Haltestange verfügt (Abbildung 2 Mitte rechts).

Tabelle 1:
Soziodemografische und persönliche Faktoren des Studienkollektivs

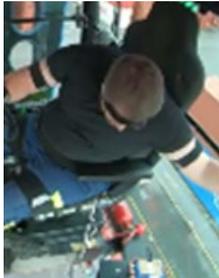
| Betrieb | 1 | 2 | 3 |
|------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|
| Anzahl der Messungen | 3 | 14 | 6 |
| Anzahl der Befragungen | 30 | 0 | 0 |
| Kategorie | Mittelwert (Standardabweichung) | | |
| Alter [Jahre] | 41,7 (9,2) | 46,3 (9,8) | 43,7 (3,9) |
| Größe [cm] | 178,5 (6,3) | 179,9 (6,8) | 180,8 (9,0) |
| Gewicht [kg] | 92,9 (16,8) | 94,0 (17,5) | 86,5 (14,5) |

Tabelle 2:
Auflistung der untersuchten Fahrzeuge mit technischen Daten

| | Betrieb 1 | | Betrieb 2 | | | | Betrieb 3 | |
|-----------------------------------|-----------|----------|------------|------------|----------|----------|-----------|-----------------|
| | NSC 634E | ESC 350W | SC 544 ESW | SC 544 ESW | SC 644 E | SC 644 E | NSC 644 E | KoneCranes 54DE |
| Fahrzeugtyp | NSC 634E | ESC 350W | SC 544 ESW | SC 544 ESW | SC 644 E | SC 644 E | NSC 644 E | KoneCranes 54DE |
| Hersteller | Noell | Kalmar | Noell | Noell | Noell | Noell | Noell | KoneCranes |
| Baujahr | 2014 | 2007 | 2003 | 2007 | 2011 | 2011 | 2018 | 2008 |
| Leistung | 320 kW | 285 kW | 300 kW | 352 kW | 353 kW | 354 kW | 335 kW | 330 kW |
| Eigen-gewicht | 71 t | 64 t | 63 t | ca. 76 t | ca. 76 t | ca. 76 t | 75 t | 70 t |
| Tragfähig-keit | 60 t | 50 t | 50 t | 60 t | 60 t | 60 t | 60 t | 40 t |
| Kamera | nein | nein | nein | nein | nein | nein | nein | nein |
| Spreader-aufsetz-Automatik | ja | ja | nein | nein | nein | nein | nein | nein |
| verdreh-barer Sitz | ja | ja | ja | ja | ja | ja | nein | nein |

Abbildung 1:

Untersuchte Fahrzeuge (Van Carrier) mit ihren Sitzen und Körperhaltungen der Bedienenden. Die untersuchten Tätigkeiten sind rechts aufgelistet.

| Betrieb (Anzahl Messungen) | Sitz | Typische Sitzhaltungen | | Tätigkeit |
|----------------------------|--|--|---|--|
| 1 (3) |  |  |  | <ul style="list-style-type: none"> Fächer/Blocklager Reihe LKW Last- und Leerfahrt |
| 2 (14) |  |  |  | <ul style="list-style-type: none"> Reihe LKW Last- und Leerfahrt |
| 3 (6) |  |  |  | <ul style="list-style-type: none"> Containerbrücke Last- und Leerfahrt Reihe LKW |

2.2 Ganzkörper-Vibration

2.2.1 Methode (Ganzkörper-Vibration (GKV))

Die Messung und Analyse der GKV erfolgte auf der Grundlage der gültigen Normen (ISO 8041:2017 und VDI 2057-1:2017) entlang der orthogonalen Achsen $l = \{x, y, z\}$ (x: Brust-Rücken, y: Schulter-Schulter, z: entlang der Wirbelsäule) auf der Sitzfläche und am Sitzmontagepunkt. Abbildung 2 zeigt die Anbringung der Sensoren in einem Fahrzeug. Zur Bestimmung der GKV-Belastung werden folgende Werte eingeführt, bzw. berechnet:

- Effektivwerte der frequenzbewerteten Beschleunigung (a_{wx}, a_{wy}, a_{wz})
- SEAT Werte (Übertragungsfaktor; das Verhältnis der Beschleunigung auf der Sitzfläche zur Beschleunigung am Sitzmontagepunkt)

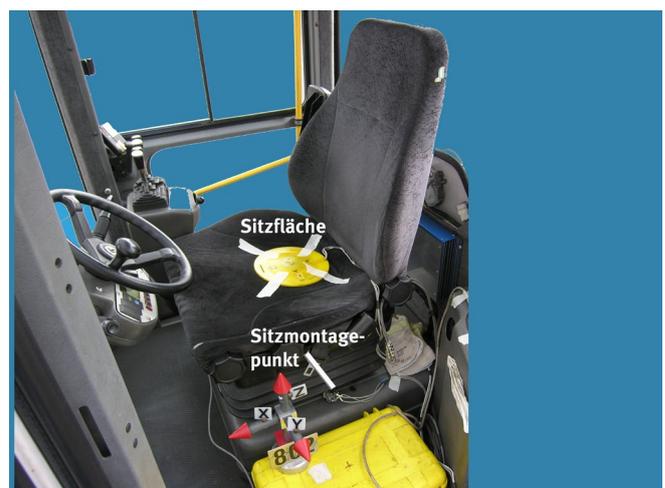


Abbildung 2: Sitz im Fahrzeug mit angebrachten Messsensoren für Ganzkörper-Vibration auf der Sitzfläche und am Sitzmontagepunkt.

Die Messdauer T_M wurde dabei so gewählt, dass die Effektivwerte der frequenzbewerteten Beschleunigungen a_{wl} repräsentativ für die Arbeitsbedingungen in dem jeweiligen Betrieb sind. Die Effektivwerte sind quadratische Mittelwerte der zeitabhängigen, frequenzbewerteten Beschleunigungen $a_{wl}(t)$, die mit einer Abtastrate von 480 Hz gemessen worden sind:

$$a_{wl} = \left(\frac{1}{T_M} \int_0^{T_M} a_{wl}^2(t) dt \right)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

2.2.2 Ergebnisse (Ganzkörper-Vibration)

Der Mittelwert und die Standardabweichung der Effektivwerte für die frequenzbewertete Beschleunigung a_{wl} , gemessen auf der Sitzfläche und am Sitzmontagepunkt zusammen mit dem Übertragungsfaktor sind in Tabelle 3 angegeben.

Die Messdauer liegt zwischen 48 und 75 Minuten, was ausgereicht hat, um die jeweiligen Arbeitsbedingungen repräsentativ zu erfassen. Allerdings ist die Anzahl der Messungen in Betrieb 1 sehr gering. Die Schwingungsbelastungen sind in allen Betrieben jedoch vergleichbar. Deshalb sind die Kombinationsexpositionen von GKV und Körperhaltungen in Betrieb 1 exemplarisch dargestellt.

Während die Beschleunigungswerte in Betrieb 1 und 3 in der Vertikalrichtung am größten waren ($a_{wz} = 0,30 \text{ ms}^{-2}$ und $0,35 \text{ ms}^{-2}$), wurden in Betrieb 2 vergleichbare Werte für die Richtung y und z erfasst ($0,26 \text{ ms}^{-2}$). In Betrieb 1 wurde eine Verstärkung der Vibrationsexposition in allen drei Richtungen beobachtet (eine Erhöhung der Beschleunigung bis zu 18 % in z-Richtung). In Betrieb 2 konnten die Sitze eine Reduzierung bis zu 9 % für die vertikale Beschleunigung erreichen, während die horizontalen Beschleunigungen bis zu 18 % verstärkt worden sind. Ebenso wurde in Betrieb 3 eine Reduzierung der Beschleunigung in vertikaler Richtung bis zu 8 % und in der horizontalen Richtung (x-Achse) bis zu 5 % erreicht. Eine Verstärkung der Beschleunigung um 5 % wurde jedoch für die horizontale Richtung (y-Achse) beobachtet. Zusammenfassend konnten auf Grund der niedrigen Beschleunigungen die wirkenden Vibrationen nur in Einzelfällen in einem geringen Maß reduziert werden. Insbesondere bei geringen Effektivwerten der frequenzbewerteten Beschleunigung verfügt der Schwingsitz konstruktiv nicht über die Fähigkeit, die wirkenden Schwingungen weiterhin zu reduzieren.

Die Vibrationswerte lagen bei einer i.d.R. sechsstündigen Fahrtätigkeit unterhalb des Auslösewertes nach Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung für die Prävention ($0,5 \text{ ms}^{-2}$).

Tabelle 3:

Effektivwerte von frequenzbewerteten Beschleunigungen a_{wl} in den drei Richtungen l , gemessen auf der Sitzfläche, und Schwingungsgesamtwerte $a_{v1,4}$. Angegeben sind Mittelwerte aller Messungen und Standardabweichungen in Klammern.

| Betrieb (Anzahl Messungen) | Messdauer [min] | Kennwerte der frequenzbewerteten Beschleunigung [ms^{-2}] | | | | | | Übertragungsfaktor SEAT | | |
|----------------------------------|--------------------|---|----------------|------------------------------|------------------|----------------|------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | | Sitzfläche | | | Sitzmontagepunkt | | | x | y | z |
| | | a_{wx} | a_{wy} | a_{wz} | a_{wx} | a_{wy} | a_{wz} | | | |
| 1 (3) | 48 (26,29) | 0,24 (0,02) | 0,17 (0,01) | 0,30 (0,03) | 0,23 (0,05) | 0,15 (0,01) | 0,26 (0,04) | 1,03 (0,12) | 1,16 (0,02) | 1,18 (0,08) |
| 2 (6) | 75,47 (8,04) | 0,18 (0,03) | 0,26 (0,04) | 0,26 (0,04) | 0,16 (0,03) | 0,22 (0,03) | 0,29 (0,03) | 1,07 (0,04) | 1,18 (0,05) | 0,91 (0,09) |
| 3 (14) | 67,5 (13,49) | 0,25 (0,04) | 0,17 (0,02) | 0,35 (0,08) | 0,26 (0,05) | 0,16 (0,03) | 0,38 (0,06) | 0,95 (0,04) | 1,05 (0,03) | 0,92 (0,17) |

2.3 Körperhaltung

2.3.1 Methode (Körperhaltungen)

Die Körperhaltungen wurden mit dem Xsens-Messsystem gemessen. Das auf Sensoren (Beschleunigungsaufnehmer, Gyroskope und Magnetometer) basierende Mess-

system wird auf der Arbeitskleidung an zahlreichen Körperpositionen getragen. Tabelle 4 zeigt die gemessenen Körperwinkel für sitzende Tätigkeiten. Die angegebenen Körperwinkel wurden durch die vom IFA entwickelte Analysesoftware „WIDAAN“ erstellt und teilweise durch Mittelwert- und Differenzberechnung mehrerer Sensoren ermittelt (Hermanns et al. 2008).

Tabelle 4:

Links: Das Messsystem Xsens mit Darstellung der Gelenke oder Regionen, in denen Sensoren angebracht sind. Rechts: Die bestimmbar Körperwinkel; Lateral: von rechts nach links verlaufende Ebene, sagittal: von vorne nach hinten verlaufende Ebene



Körperwinkel

- lateral/sagittal Kopfneigung
- lateral/sagittal Halskrümmung
- Halstorsion
- lateral/sagittal BWS-Neigung (Brustwirbelsäule)
- lateral/sagittal Rückenkrümmung
- Rückentorsion
- Hüftflexion/-extension
- Knieflexion/-extension

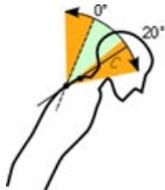
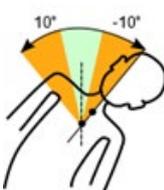
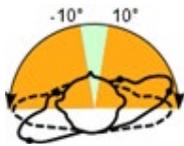
Für die Kalibrierung der Sensoren wurde eine vordefinierte Bewegung durchgeführt. Dafür soll die Testperson drei Sekunden lang eine Neutral-Null-Stellung, im aufrechten Stand mit hängenden Armen, nach vorn gehaltenen Daumen und parallelen Füßen mit gerade nach vorne gewandtem Blick, einnehmen. Anschließend werden Laufbewegungen für die Kalibrierung der Sensoren verwendet. Von der Neutral-Null-Stellung aus werden Bewegungen nach vorne und rechts als positiv, nach links und hinten als negativ bezeichnet. Folgende Körperwinkel werden für die Analyse der Körperhaltung in diesem Bericht berücksichtigt:

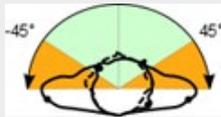
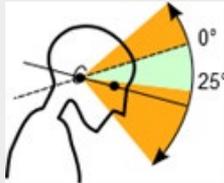
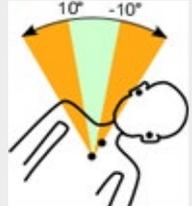
- Kopfneigung sagittal (nach vorne+ /hinten-)
 - Kopfneigung lateral (nach rechts+ /links-)
 - Halskrümmung sagittal (nach vorne+ /hinten-)
 - Halskrümmung lateral (nach rechts+ /links-)
 - Halstorsion lateral (nach rechts+ /links-)
 - Rückenkrümmung sagittal (nach vorne+ /hinten-)
 - Rückenkrümmung lateral (nach rechts+ /links-)
 - Rückentorsion lateral (nach rechts+ /links-)
 - BWS-Neigung sagittal (nach vorne+ /hinten-)
 - BWS-Neigung lateral (nach rechts+ /links-)
- BWS=Brustwirbelsäule

Die Messdaten werden durch ein batteriebetriebenes Mikrocontrollsystem erfasst und zur Weiterverarbeitung gespeichert. Während der Messung erfolgte eine Videoaufzeichnung, mit der der Zusammenhang zwischen gemessener Körperbewegung und ausgeführter Tätigkeit des Beschäftigten hergestellt werden kann. Für die Darstellung, Analyse, beschreibende Statistik und Bewertungen der gemessenen Daten wird die Software WIDAAN verwendet.

Für die Bewertung der Körperwinkel werden in Anlehnung an die Normen DIN EN 1005-4:2009 und ISO 11226:2000 zwei Winkelbereiche definiert: neutral (grün) und nicht neutral (gelb). Tabelle 5 zeigt die Körperwinkelbereiche sowie die zu Rate gezogenen Normen und Richtwerte. Als Anhaltspunkt, ab wann eine Körperhaltung belastend ist, kann gelten, dass die Größe des Körperwinkels über mehr als 30 % der Arbeitszeit im nicht-neutralen Bereich liegt. Dies gilt vor allem bei statischen Körperhaltungen, die über mehrere Minuten unverändert eingenommen werden.

Tabelle 5:
Einteilung der Körperwinkelbereiche in neutral (grün) und nicht-neutral (gelb), BWS: Brustwirbelsäule

| Rücken | | | | | |
|---------------|--|--|--|--|--|
| | BWS-Neigung (sagittal) (ISO 11226)2000/ (DIN EN 1005-4) | BWS-Neigung (lateral) (DIN EN 1005-4) 2005 | Rückentorsion (DIN EN 1005-4) 2005 | Rückenkrümmung (sagittal) (eigene Beurteilung) | Rückenkrümmung (lateral) (eigene Beurteilung) |
| |  |  |  |  |  |
| neutral | 0° bis 20° <0° mit Rückenunterstützung (1) | 0° bis 10° | -10° bis 10° | 0° bis 20° <0° mit Rückenunterstützung (1) | 0° bis 10° |
| nicht-neutral | < 0° oder > 60° | <-20 oder > 20° eigene Beurteilung | <-10 oder > 10° | < 0° oder > 40° | <-20 oder > 20° |

| Hals/Kopf | | | | |
|---------------|---|---|--|---|
| | Halstorsion (lateral) (DIN EN 1005-4) | Kopfneigung (sagittal) (ISO 11226) | Halskrümmung (sagittal) (ISO 11226) | Halskrümmung (lateral) (DIN EN 1005-4) |
| |  |  |  |  |
| neutral | 0° bis 45° | 0° bis 25° <0° mit Kopfunterstützung | 0° bis 25° | 0° bis 10° |
| nicht-neutral | < -45° oder > 45° | < 0° oder > 25° | < 0° oder > 25° | < -10° oder > 10° |

2.4 Kombinationsexposition von Ganzkörper-Vibration und Körperhaltung

2.4.1 Methode (Kombinationsexpositionen)

Für die Analyse der kombinierten Belastungen durch Ganzkörper-Vibration und ungünstige Körperhaltung werden hier die Anteile der Messungen berücksichtigt, die sowohl einen Schwingungs Gesamtwert von 0,5 m/s² überschritten haben als auch gleichzeitig eine nicht-neutrale Körperhaltung (Tabelle 5) ergeben haben. Dieser Bereich wird als Kategorie „Risiko nicht-gering“ gekennzeichnet (Raffler et al. 2017). Der Schwingungs Gesamtwert bildet sich wie folgt aus den drei Effektiv-

werten der frequenzbewerteten Beschleunigungen a_{wx} , a_{wy} und a_{wz} :

$$a_{v1,4} = \sqrt{1,4^2 a_{wx}^2 + 1,4^2 a_{wy}^2 + a_{wz}^2} \quad (2)$$

2.4.2 Ergebnisse (Kombinationsexpositionen)

Die Anteile an Kategorie „Risiko nicht-gering“ sind in Abbildung 4 dargestellt. Unter Berücksichtigung der Kombinationsbelastungen zeigen alle Kombinationen hohe Anteile an Kategorie „Risiko nicht-gering“. Abbildung 5 stellt ausschließlich die Belastungen durch die GKV-Exposition dar.

Abbildung 4:

Anteile an Kategorie „Risiko nicht-gering“ für die Kombinationsexpositionen durch Ganzkörper-vibration und Körperhaltung in den untersuchten Betrieben 1, 2 und 3

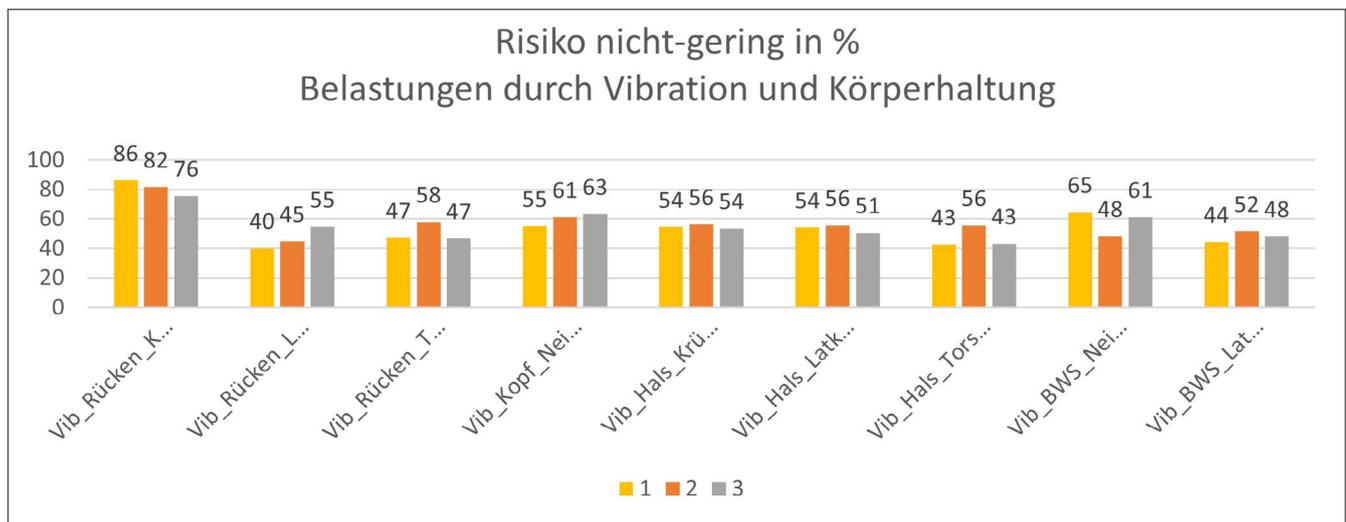
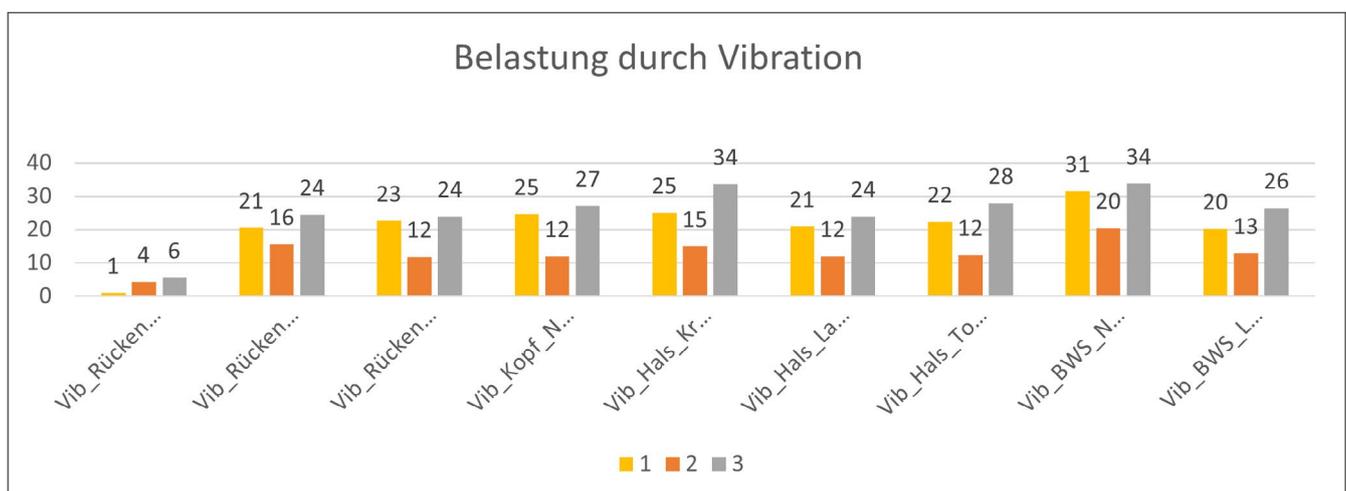


Abbildung 5:

Anteile an Kategorie „Risiko nicht-gering“ in den Betrieben 1, 2 und 3 für die Kombinationsexpositionen durch Ganzkörpervibration und Körperhaltung, die ausschließlich durch die Vibrationsbelastung entstanden sind



Dieser Vergleich in Abbildung 5 zeigt die Zusatzbelastung durch die Vibrationsbelastung während der gleichzeitigen Belastung durch die Körperhaltung. Hierbei ist eine deutliche Erhöhung der Belastungen in Betrieb 1 und 3 zu erkennen (bis zu 34 % und 25 % entsprechend).

2.5 Beschwerden im Bereich des Muskel-Skelett-Systems

2.5.1 Methode (Befragung)

Im Rahmen des Projektes wurden die subjektiven Beschwerdeangaben zusätzlich mit der deutschen Übersetzung (Caffier et al. 1999) des Nordic Questionnaires (Kuorinka et al. 1987) erfasst. Es handelt sich um einen international akzeptierten und häufig verwendeten

Fragebogen zur Erfassung von Beschwerden am Muskel-Skelett-System. Hierbei werden Beschwerden und Beeinträchtigungen in den letzten zwölf Monaten für neun Körperregionen (Nacken, Schulter, Ellenbogen, Handgelenk/Hände, oberer Rücken, unterer Rücken/Kreuz, Hüfte/Oberschenkel, Knie sowie Knöchel/Füße) erfragt.

Zur Bestimmung und Einschätzung des Belastungsempfindens der Testpersonen gegenüber der Vibrationsexposition wird auf die Borg-CR10-Skala zurückgegriffen. Die Borg-Skala ist in mehrere Teilsegmente mit unterschiedlichen Abstufungen im Bereich von 0 bis 10 unterteilt. Dabei entspricht die 0 einer Bewertung der Belastung von „absolut nichts“ und die 10 einer Bewertung von „extrem stark“ (Abbildung 6).

Abbildung 6:

Bewertungsverfahren „Borg-Skala“ zur Einteilung des Schweregrads von subjektiv empfundener Expositionen, wobei 0 absolut nichts und 10 extrem starke Belastungen darstellen soll



2.5.2 Ergebnisse (Befragung)

Abbildung 7 zeigt die Ergebnisse für die Beschwerden aus den Angaben der Testpersonen in den Fragebögen. Im Bereich des unteren Rückens wurden bei allen drei Betrieben sehr hohe Anteile an Beschwerden und ebenso hohe Arbeitsunfähigkeiten auf Grund dieser Beschwerden berichtet (bis zu 60 % und 50 % Beschwerden). Die hohen Anteile an Beschwerden in Betrieb 1 sind bei fast allen Körperregionen auffällig. Dies spiegelt sich auch in den Angaben zu Arbeitsunfähigkeiten in Betrieb 1

wider (bis zu 36 % im unteren Rückenbereich). Tabelle 6 zeigt die Eigenangaben der Testpersonen zur Vibrationsexposition. Hierbei wurden die Vibrationsbelastungen bei allen drei Betrieben überschätzt. Eine deutliche Überschätzung wurde in Betrieb 2 beobachtet, in dem keine einzige Einschätzung im Bereich „gering, nicht spürbar“ angegeben wurde. Ebenso zeigt die Einschätzung der Gesamtbelastung nach Borg-Skala in Betrieb 2 höhere Belastungen (Median 5; starke Belastung) im Vergleich zu den anderen Betrieben (Median 3, 4-4; mittelmässig).

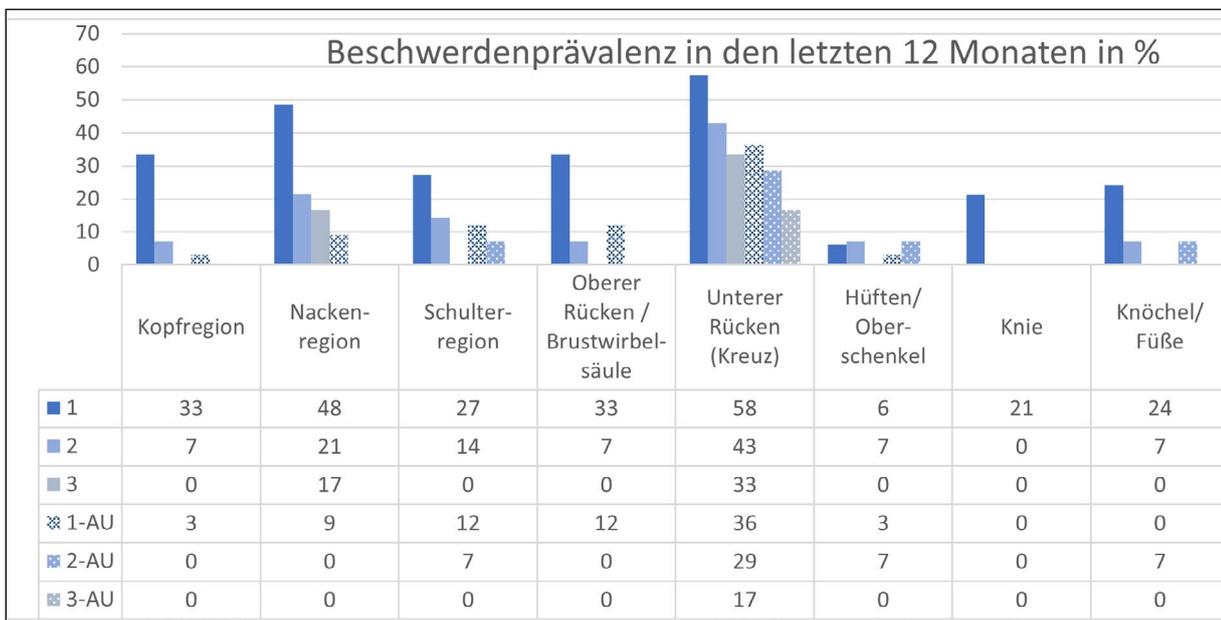


Abbildung 7: Ergebnisse der Befragung mit dem Nordic Questionnaire. Die Angaben sind prozentual bezogen auf die jeweilige Gruppe dargestellt.

Tabelle 6:
Einschätzung der Testpersonen über die Ganzkörper-Vibrationsexposition

| Betrieb | Einschätzung der Testpersonen für Vibrationen in % | | | Einschätzung der Testpersonen für Belastungen nach Borg-Skala | | |
|---------|---|-----------------------------|--------------------|--|---------|---------|
| | gering, nicht spürbar | spürbar, nicht belastend | hoch, belastend | Median | Minimum | Maximum |
| 1 | 12 | 44 | 44 | 4,00 | 4 | 4 |
| 2 | 0 | 55 | 45 | 5,00 | 4 | 9 |
| 3 | 17 | 33 | 50 | 3,50 | 3 | 7 |

3 Diskussion

In diesem Projekt wurden 53 VC-Fahrerinnen und -Fahrer bezüglich der physikalischen Belastung im Bereich GKV und ungünstiger Körperhaltungen in drei unterschiedlichen Betrieben untersucht. Trotz der sehr ähnlichen Arbeitsaufgaben und -abläufe wurden große Unterschiede im Bereich der Fahrgewohnheiten beobachtet. Ebenso war die Anordnung der Fahrkabine unterschiedlich: in Betrieb 2 auf der linken Seite, in Betrieb 1 und 3 auf der rechten Seite.

Die Vibrationsbelastungen waren in allen drei Betrieben vergleichbar gering und lagen unterhalb des Auslösewertes nach Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung für die Prävention ($0,5 \text{ ms}^{-2}$), obwohl diese Belastungen nach den subjektiven Angaben der Testpersonen bis zu 50 % als „hoch belastend“ angegeben wurden.

Der Einsatz der technischen Arbeitshilfen wie Kamera oder verdrehbarer Sitz konnte nicht genau untersucht werden, da diese sehr selten bis gar nicht vorhanden waren. Die Akzeptanz eines verdrehbaren Sitzes (wenn vorhanden) war auf Grund der „Gewohnheit“ sehr gering. Eine Interventionsstudie ist sehr sinnvoll, um die Wirkung dieser Maßnahme zu untersuchen und sie als Präventionshilfe hervorheben zu können.

Bezüglich der Körperhaltung wurden bei allen VC-Tätigkeiten hohe und häufig auch einseitige Belastungen beobachtet. Die Höhe und Einseitigkeit dieser Belastungen variierten jedoch in den untersuchten Betrieben. Diese können teilweise auf die Konstruktion der Fahrkabine oder auch auf die logistischen Bedingungen des Betriebes, wie z. B. keine Rückwärtsfahrten in Betrieb 3, zurückzuführen sein.

Auffällig war auch eine bestimmte Haltung, die manche Testpersonen in Betrieb 2 eingenommen haben, indem sie ihren Arm nach hinten auf dem Seitengriff (Haltestange hinten) abgestützt haben. Die Frage, ob diese Haltung aus ergonomischen Gesichtspunkten bevorzugt werden soll, konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht werden. Dafür sollte eine weitere Laborstudie folgen, in der diese Fragestellung mit Messungen der elektrischen Muskelaktivität und über Belastungsfragebögen untersucht werden kann.

Auf Nachfrage der Testpersonen wurde im Rahmen dieser Arbeit ein persönlicher Bericht als „Feedback“ erstellt, der auch zukünftig jeder Testperson zur Verfügung gestellt werden kann. Hierbei werden über die physikalischen Expositionen (Vibration und ungünstige Körperhaltung) und Auffälligkeiten während der Messung berichtet. Außerdem wurden individuelle Ausgleichsübungen (mit Bild und Beschreibung) ausgesucht, welche den Belastungen, die im Rahmen der Messung erfasst worden sind, entgegenwirken können. Diese bieten Bewegungen an, die im Fahrzeug während der Wartetätigkeiten und außerhalb der Fahrzeuge ausgeübt werden können.

Zusammenfassend wurden hohe Belastungen für das Muskel-Skelett-System beim Bedienen eines VC-Fahrzeugs gemessen. Die hohe Anzahl der Beschwerdeangaben im Bereich des Rückens, Nackens und ebenso der berichteten Arbeitsunfähigkeiten zeigen die Wichtigkeit der Berücksichtigung der ungünstigen Körperhaltung bei Vibrationsexpositionen. Deshalb sind auch zukünftige Untersuchungen notwendig, um präventive Maßnahmen zu erproben und anzubieten.

4 Auflistung der für das Vorhaben relevanten Veröffentlichungen, Schutzrechtsanmeldungen und erteilten Schutzrechte von nicht am Vorhaben beteiligten Forschungsstellen

Seit Beginn des Forschungsvorhabens wurden mehrere Beiträge auf Fachkonferenzen und Tagungen mit guter Resonanz veröffentlicht:

- Van Carrier – Physikalische Belastungen durch Vibration oder Körperhaltung, 2020.11.24–26. Fachgespräch Physikalische Einwirkungen; Vibration, Lärm, Strahlung
- Awkward posture among whole-body vibration exposed Van Carrier drivers at harbor, 2021.06.23–25. 8th American Conference on Human Vibration
- Messungen von Vibrationen und Körperhaltungen bei VC-Bedienenden, 2021.07.15. BGHW Dezernatssitzung

5 Aktueller Umsetzungs- und Verwertungsplan

Es soll eine weitere Publikation entstehen.

Folgende Projekte sollen basierend auf den Erkenntnissen durchgeführt werden:

1. Die Verwendung eines verdrehbaren Sitzes als Präventionsmaßnahme soll in einem zukünftigem Interventionsprojekt erforscht und publiziert werden.
2. Die ergonomischen Aspekte eines Seitengriffs (Haltestange) hinter dem Sitz sollen im Rahmen einer Laborstudie mittels elektromyographischer Aufnahmen untersucht werden.

6 Literatur

- [1] *Caffier, G.; Steinberg, U.; Liebers, F.:* Praxisorientiertes Methodeninventar zur Belastungs- und Beanspruchungsbeurteilung im Zusammenhang mit arbeitsbedingten Muskel-Skelett-Erkrankungen. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). Forschungsbericht Fb 850. Wirtschaftsverlag NW. Bremerhaven, 1999
- [2] *Kuorinka, I.; Jonsson, B.; Kilbom, A.; Vinterberg, H.; Biering-Sorensen, F.; Andersson, G.; Jorgensen, K.:* Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics* 18, 1987, 233-237
- [3] *Raffler, N.; Ellegast, R.; Kraus, T.; Ochsmann, E.:* Factors affecting the perception of whole-body vibration of occupational drivers: an analysis of posture and manual materials handling and musculoskeletal disorders. *Ergonomics* 2015, Jun 26, 1-13
<https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1051598>
- [4] *Raffler, N.; Rissler, J.; Ellegast, R.; Schikowsky, C.; Kraus, T.; Ochsmann, E.:* Combined exposures of whole-body vibration and awkward posture: a cross sectional investigation among occupational drivers by means of simultaneous field measurements. *Ergonomics*, 60:11, 2017, 1564-1575
[DOI: 10.1080/00140139.2017.1314554](https://doi.org/10.1080/00140139.2017.1314554)
- [5] DIN EN 1005-4: Safety of machinery – Human physical performance – Part 4: Evaluation of working postures and movements in relation to machinery, 2005
- [6] *Hermanns, I.; Raffler, N.; Ellegast, R.; Fischer, S.; Göres, B.:* Simultaneous field measuring method of vibration and body posture for assessment of seated occupational driving tasks. *Int J Ind Ergon* 38, 2008, 255-263
- [7] ISO 11226: Ergonomics – Evaluation of static working postures, 2000
- [8] ISO 2631-1: Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements, 1997
- [9] ISO 8041: Human response to vibration – Measuring instrumentation, 2005
- [10] ISO/TR 10687: Mechanical vibration – Description and determination of seated postures with reference to whole-body vibration, 2012
- [11] LärmVibrationsArbSchV 2005 – Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen

7 Anhang: Flyer „Information zur Studie Ganzkörper-Vibrationen und Körperhaltungen“

Vorteile

- Ausführliche Analysen der Arbeitsplätze zur Belastung durch Vibrationen und Körperhaltungen
- Anpassung des Arbeitsplatzes und Empfehlungen für das eigene Verhalten des Fahrers
- Arbeitsmedizinische Untersuchung vor Ort
- Beratung und Hinweise zur Prävention auf der Grundlage der Ergebnisse
- Werte für die Gefährdungsbeurteilung (Lärm- und Vibrations- Arbeitschutzverordnung)

Ansprechpartner

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)



Dr. Nastaran Raffler
E-mail: nastaran.raffler@dguv.de
Telefon: 03013001 3432



Dr.-Ing. Christian Freitag
E-Mail: christian.freitag@dguv.de
Telefon: 03013001 3430

Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik
BGHW Regionaldirektion Nord Hamburg

André Stück
E-Mail: a.stueck@bghw.de
Telefon: 04030613 2761

BGHW Direktion Mannheim
Corinna Becker
E-Mail: c.becker@bghw.de
Telefon: 0621183 5941

Wir freuen uns auf Ihre Anfrage!

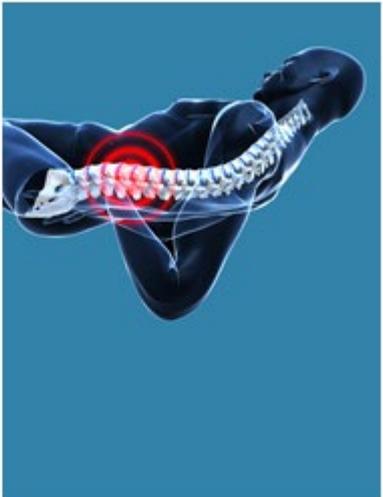
Information zur Studie

Ganzkörper-Vibrationen und Körperhaltungen



 **IFA**
Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

 **BGHW**
Berufsgenossenschaft
Handel und Warenlogistik



Hintergrund

Rückenbeschwerden sind ein Problem, das viele Menschen betrifft, und das viele Ursachen haben kann. An Fahrerarbeitsplätzen wirken beispielsweise Schwingungen über den Sitz auf den Beschäftigten ein (Ganzkörper-Vibrationen). Sie können bei langjährigen Tätigkeiten die Wirbelsäule schädigen. Werden beim Fahren gleichzeitig ungünstige Körperhaltungen eingenommen, können diese die Belastung verstärken.

Ablauf der Studie

Alle Probandendaten werden anonymisiert und nur zu Studienzwecken verwendet. Die Teilnahme ist freiwillig und der Betriebsablauf wird nur geringfügig beeinträchtigt. Mitarbeitende des IFA stehen während des Projektes zur Beantwortung von Fragen zur Verfügung. Für die Durchführung der Studie werden

1. alle Probanden arbeitsmedizinisch befragt,
2. einige Probanden mit Messtechnik ausgestattet und während der Arbeit durch das IFA begleitet.



1. Befragung

Alle Probanden füllen einen Fragebogen aus. Gefragt wird nach Informationen zu Fahrzeugen, zu Rückenbeschwerden und weiteren Faktoren, von denen bekannt ist, dass sie Auswirkungen auf Rückenbeschwerden haben. Die Befragung wird durch Ihre Betriebsärzte durchgeführt und dauert etwa 10 Minuten

Ihre Angaben sind freiwillig und werden streng vertraulich behandelt. Alle Daten werden nur in anonymisierter Form und zusammengefasst mit den Angaben aller Befragten ausgewertet. Ein Rückschluss auf einzelne Personen ist weder möglich noch von uns gewünscht.



2. Messung

Ganzkörper-Vibrationen und Körperhaltungen während der Arbeit werden bei zufällig ausgewählten Fahrern gemessen. Dazu bringen wir Sensoren auf der Sitzfläche und der Kleidung der Beschäftigten an. Die Sensoren stören den Betriebsablauf nicht.

Ablauf und Aufwand

- Anbringen der Sensoren (10 bis 15 Minuten)
- Entfernen der Sensoren (5 Minuten)
- Video- und Fotoaufnahmen sind nötig, um die Messungen auszuwerten. Die Videoaufnahmen werden nach Auswertung der Messungen wieder gelöscht und die Fotos nur in anonymisierter Form verwendet.

Probanden sollten

- seit mindestens einem Jahr im jetzigen Betrieb tätig sein
- einen sicheren und geübten Umgang mit dem Fahrzeug haben
- keine Rückenbeschwerden vor Beginn der Ausbildung gehabt haben

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastr. 40
10117 Berlin
Telefon: +49 30 13001-0
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

