

Auswirkung auf Muskel-Skelett-Belastungen bei der Gebäudereinigung bei der Verwendung innovativer Bodenwischerstiele

Mark BRÜTTING¹, Benjamin ERNST¹, Kerstin STEINDORF²

¹ *Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA)
Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin*
² *BG BAU, Prävention, Referat Ergonomie
Pirnaer Landstraße 40, D-01237 Dresden*

Kurzfassung: Beschäftigte im Gebäudereinigerhandwerk sind hohen körperlichen Belastungen ausgesetzt, was sich auch an deren Erkrankungen und hohen Anzahl von AU-Tagen widerspiegelt. In diesem Zusammenhang sind Hersteller bestrebt, ergonomisch optimierte Bodenwischerstiele für die manuelle Reinigung zu entwickeln. Das IFA untersuchte im Auftrag der BG BAU in einer Laboruntersuchung drei unterschiedlich gestaltete Stieltypen hinsichtlich ihrer Wirkung auf physiologische Parameter und die subjektive Zufriedenheit der Anwender bei der Handhabung. Bei einer standardisierten Bodenreinigungstätigkeit wurden die Körperhaltung und verschiedene Gelenkwinkel der oberen Extremitäten mit einem optischen Messsystem erfasst und eine subjektive Einschätzung per Fragebogen abgefragt. In einer Voruntersuchung fand eine Abschätzung der Muskelaktivität im Schulter-Arm-Bereich durch exemplarische EMG-Messungen statt. Als Ergebnis wurden Handhabungshinweise für die manuelle Bodenreinigung und grundsätzliche förderungswürdige Gestaltungskriterien bei Bodenwischerstielen für Arbeitsschutzprämien der BG BAU abgeleitet.

Schlüsselwörter: Gebäudereiniger, Bodenreinigung, Körperhaltung, Gelenkwinkel, EMG

1. Einleitung

Belastungen des Muskel-Skelett-Systems sind seit Jahren die Diagnosehauptgruppe mit den meisten Arbeitsunfähigkeitstagen (AU-Tagen) in Deutschland (Knieps & Pfaff 2018, Marschall et al. 2018, Badura et al. 2017). Über 20% der Fehltage sind auf Muskel-Skelett-Erkrankungen zurückzuführen und zudem verursachen sie verhältnismäßig lange Ausfallzeiten (Knieps & Pfaff 2017 u. 2018). Unter den Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems treten Rückenschmerzen, sonstige Bandscheibenschäden, Schulterläsionen und Binnenschädigungen des Kniegelenks als häufigste Einzeldiagnosen auf. Das Reinigungspersonal stellt eine Gruppe mit auffällig vielen AU-Tagen dar (2653 Tage je 100 Beschäftigte (Knieps & Pfaff 2018)) und übertreffen damit noch die Bau- und Ausbauberufe. Reinigungsberufe zeichnen sich hauptsächlich durch manuelle Tätigkeiten (80 %) aus und 30 bis 35 % der Arbeitszeit wird dabei mit dem Wischen von Fußböden verbracht (Kumar et al. 2005 u. 2008, Hopsu et al. 2000). Zahlreiche Veröffentlichungen und Studien zum Thema belegen, dass manuelles Bodenreinigen eine ernstzunehmende Belastung für das Muskel-Skelett-System darstellen kann, wenn diese Tätigkeit über längere Zeiträume durchgeführt werden muss.

Belastungsanalysen bei dieser Tätigkeit wurden bereits mit Methoden wie Körperhaltungsmessungen, Videoanalysen, EMG und subjektiven Bewertungen durchgeführt. Technische Neuerungen und Entwicklungen von Arbeitsgeräten mit entlastender Wirkung sind wegen des o.g. Krankheitsgeschehens grundsätzlich zu begrüßen. Neben der Entwicklung unterstützender Bodenreinigungsmaschinen für größere Flächen sollen Variationen des herkömmlichen „einfachen“ Bodenwischerstiels eine Reduktion der Muskel-Skelett-Belastungen herbeiführen. Im Rahmen der Prävention von Fehlbelastungen des Muskel-Skelett-Systems beauftragte die Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU) das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) mit einer Untersuchung zur Muskel-Skelett-Belastung bei Bodenreinigungsarbeiten (Brütting & Ernst 2020). Ziel dieser Studie war es, unterschiedliche Bodenwischerstiele hinsichtlich ihrer Auswirkung auf Belastungs- und Haltungsparameter zu vergleichen, um Entscheidungsgrundlagen für Empfehlungen von Reinigungsgeräten und Präventionsmaßnahmen und ggf. Hinweise zur Weiterentwicklung solcher Geräte zu liefern.

2. Material und Methoden

Drei Bodenwischerstiele sollten in einer Laborumgebung miteinander verglichen werden, die in Ihrer Gestaltung und Handhabung unterschiedliche oder besondere Merkmale aufweisen. Körperhaltungen und -bewegungen standen im Mittelpunkt der Betrachtungen, die muskuläre Beanspruchung im Schulter- und Unterarmbereich sollte in einer Voruntersuchung abgeschätzt werden. Mittels Fragebögen und einer Borg-CR10-Skala wurde zudem die Meinung der Versuchspersonen zu den verwendeten Bodenwischerstielen abgefragt.

2.1 Bodenwischerstiele

Drei verschiedene, teleskopisch längenverstellbare, Bodenwischerstiele mit unterschiedlichen Eigenschaften und Geometrien standen in der Laboruntersuchung zur Verfügung: eine „Standard-Variante“ (Abb. 1, links, rot) mit geradem Stiel, eine „Knauf-Variante“ (Abb. 1, Mitte, gelb) mit geradem Stiel und rotierendem Knauf am Stielende sowie eine „S-Variante“ (Abb. 1, rechts, grün) mit zweifach angewinkeltem Stiel (S-Form) und in den Griffbereichen mit rotierenden als auch fixen Elementen sowie rotierendem, T-förmigen Knauf am Stielende.



Abbildung 1: Bodenwischerstiele rot (links), gelb (Mitte) und grün (rechts), Probandin während des Versuchs im Laboraufbau (rechts)

2.2 Messsysteme, Laborumgebung und Versuchsdesign

Für die Analyse der Körperhaltungen und Bewegungsabläufe wurde das kamera-basierte Messsystem VICON© verwendet. Das Messsystem nutzt die Reflektionen von Infrarotlicht an passiven, kugelförmigen Markern, um deren Positionen auf einem Kamerabild zu ermitteln (Abbildung 1, rechts). Durch die gleichzeitige Verwendung mehrerer Kameras lässt sich die Position der Marker im dreidimensionalen Raum bestimmen und somit können Bewegungen, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen von Körpern im Raum erfasst und berechnet werden. Auf diese Weise wurden die Parameter Rumpfneigung nach vorne, Flexion/Extension der oben und unten Hand greifenden Hand, Ulnardeviation und Radiusdeviation beider Hände sowie die richtungsunabhängige Abduktion der Arme ausgewertet.

Vor den Versuchen und im Anschluss an die einzelnen Versuchsabschnitte waren die Teilnehmenden aufgefordert, einen Fragebogen zum Umgang mit den Bodenwischerstielen und dem Belastungsempfinden auszufüllen. Ferner wurden Körpermaßdaten, die Händigkeit, Berufserfahrung und der tägliche Zeitraum abgefragt, welcher mit dem manuellen Reinigen von Fußböden verbracht wird. Die individuell verwendete Stiellänge wurde demonstriert und dokumentiert. Nach einer Instruktion zur Einstellung der allgemein empfohlenen individuellen Stiellänge (oberes Stielende auf Höhe zwischen Kinn und Schulter) sollte ein definierter Fußbodenbereich (zwei „Bahnen“ von jeweils 1,5 x 4 m) mit jedem der drei Stiele (in randomisierter Reihenfolge) je dreimal gereinigt werden. Ein „Wischmuster“, rückwärtsgehend und in Achten wischen, war dabei vorgegeben; die Arbeitsgeschwindigkeit war den Teilnehmenden dagegen freigestellt.

Das Probandenkollektiv von siebzehn Personen (16 Frauen, 1 Mann) unterteilte sich in zwei Gruppen: Gruppe A erhielt spezielle Instruktionen zur Greifhaltung bei Stielen mit Knauf, indem der Knauf von oben gefasst werden sollte (Abbildung 2). Dies sollte einerseits für eine einheitliche Griffhaltung sorgen, andererseits einen Effekt auf den Verlauf des Handgelenkwinkels induzieren. Bei den Teilnehmenden der Gruppe B wurde die Greifhaltung während der Instruktion nicht thematisiert und war somit freigestellt.



Abbildung 2: Vorgegebene Greifhaltung bei Stielen mit Knauf in Gruppe A

Die elektrische Aktivität einiger beim Bodenwischen besonders beanspruchter Bereiche der Muskulatur wurde in exemplarischen Vorversuchen mit zwei Probanden

mittels Oberflächen-Elektromyografie (OEMG) aufgezeichnet. Hierfür wurden Elektroden am M. trapezius, M. carpi radialis und M. carpi ulnaris verwendet.

3. Ergebnisse

Die Rumpfneigung nach vorne unterschied sich bezüglich der verschiedenen Stiele nicht signifikant voneinander und betrug während des Wischens bei allen Stielen ca. 15° (Tabelle 1). Nur während weniger als 5 % der Messzeit (P95) wurden ungünstige Rumpfbeugehaltungen von über 20° gemessen. Während die Gelenkstellung der unten greifenden Hand bei allen Stielen mit Flexionswerten um 27° im 50. Perzentil nahezu gleich war, zeigten sich deutlichere Unterschiede bei der oberen Hand. Hier wurden bei Nutzung des roten Stiels die höchsten Werte (P50: 37°) gemessen. Die Werte für den grünen und gelben Stiel lagen wie bei der unten greifenden Hand um 27° (P50). Der Perzentilabstand zwischen dem 5. und 95. Perzentil, als Tendenz der durchschnittlichen Bewegungsamplitude eines Gelenks, betrug bei der oben greifenden Hand beim gelben und grünen Stiel ca. 40°, beim roten Stiel dagegen ca. 60°. Gegenätzliche Verhältnisse herrschten dagegen bei der unten greifenden Hand: Der Bewegungsumfang ist hier beim grünen und gelben Stiel um etwa 10° größer als beim roten Stiel. Die seitlichen Handgelenkbewegungen (Radialdeviation und Ulnardeviation) zeigten bei keinem der drei Stiele eine einheitliche Tendenz. Insgesamt waren die Winkel aber bei der unten greifenden Hand stärker in Richtung Radialdeviation ausgeprägt als bei der oben greifenden Hand.

Tabelle 1: Mittelwerte der Körperwinkel über 17 Versuchspersonen jeweils für das 5., 50. und 95. Perzentil der Wischerstiele sowie Ergebnisse der statistischen Analyse (*p<0,05)

Perzentil	Wischerstiel			Innersubjektfaktor	rot versus	
	rot	gelb	grün		gelb	grün
Rumpfneigung nach vorne [°]						
P5/P50/P95	12/15/20	12/16/20	11/15/19	0,6/0,5/0,4	//	//
Flexion/Extension der oberen Hand [°]						
P5/P50/P95	4/-37/-59	-3/-25/-43	-2/-26/-42	0,2/0,0/0,0	/*	/**
Flexion/Extension der unteren Hand [°]						
P5/P50/P95	-7/-27/-48	1/-26/-55	-5/-28/-51	0,0/0,6/0,2	*//	//
Ulnardeviation/ Radius Deviation der oberen Hand [°]						
P5/P50/P95	-1/14/26	-5/8/23	-3/13/28	0,4/0,2/1,2	//	//
Ulnardeviation/ Radius Deviation der unteren Hand [°]						
P5/P50/P95	-11/-2/5	-6/3/10	-3/6/13	0,2/0,1/0,1	//	//
Abduktion der Schulter des oberen Arms [°]						
P5/P50/P95	13/22/30	8/20/29	15/30/42	0,0/0,0/0,0	*//	//
Abduktion der Schulter des unteren Arms [°]						
P5/P50/P95	0/11/24	4/15/29	4/15/28	0,0/0,2/0,3	//	*//

Unterschiede bei der oberen Hand waren aufgrund variabler Greifhaltungen (Hand auf Stielende oder seitlich am Stiel) jedoch bei der Betrachtung der einzelnen Gruppen zu erwarten. Die Werte der Schulterabduktion zeigen beim Arm der unten greifenden Hand keine nennenswerten Unterschiede, dagegen im Mittel leicht höhere Werte für

den anderen Arm. Wie bei der Ulnar-/Radiusdeviation sind diese Werte zudem abhängig von der Greifhaltung und wurden daher unter Berücksichtigung der Greifart (seitlich oder von oben auf den Knauf) analysiert.

Unter Berücksichtigung der Greifvarianten stellten sich vereinzelt signifikante Unterschiede in den Perzentilklassen heraus, die erwartungsgemäß insbesondere die Flexion/Extension der oben greifenden Hand und Abduktion desselben Armes bei der Nutzung eines Knaufs (beim Greifen von oben auf den Knauf) betrifft. Für die Greifvariation „seitlich am Stiel“ des grünen Stiels wurden dagegen keine signifikanten Unterschiede zum roten Stiel gefunden. Für die Rumpfnäigung wurde bei keiner der Griffvarianten ein signifikanter Unterschied zum roten Stiel festgestellt.

Die Ergebnisse der exemplarischen OEMG-Messungen zeigten unabhängig vom Stieltyp eine stärkere Aktivierung der M. flexor carpi ulnaris des unteren Arms und der M. extensor carpi radialis sowie M. trapezius des oberen Arms als jeweils der entsprechende Muskel des anderen Arms. Die höchste durchschnittliche muskuläre Aktivität (50. Perzentil) wurde mit allen Stielen am M. flexor carpi ulnaris des unteren Arms mit durchschnittlich 30 % MVC gemessen.

Die Befragungsergebnisse zeigten grundsätzlich eine Präferenz für den gelben Stiel, während der grüne Stiel die geringsten Zustimmungswerte erhielt (Tabelle 2). Diese Tendenz wurde durch die vorgegebene Handhaltung in Gruppe A noch etwas verstärkt. Allerdings zeigte der Seitenvergleich (li./re.) im Anstrengungsempfinden dagegen nur minimale Unterschiede (Tabelle 3).

Tabelle 2: Fragebogenergebnisse: In Klammern die unterteilten Ergebnisse für beide Gruppen (erster Wert: Gruppe A (10 VP) mit vorgegebener Handhaltung der oberen Hand; zweiter Wert Gruppe B (7 VP))

	rot	gelb	grün
Mit welchem Stieltyp arbeiten Sie üblicherweise?	0	0	0
Welcher Stiel hat Ihnen am besten gefallen?	6 (5/1)	9 (4/5)	2 (1/1)
Welcher Stiel hat Ihnen am wenigsten gefallen?	1 (1/0)	2 (0/2)	14 (9/5)
Mit welchem Stiel würden Sie am liebsten arbeiten?	5 /4/1)	10 (5/5)	2 (1/1)

Tabelle 3: Ergebnisse der Bewertung nach der Borg-Skala

		rot, li.	rot, re.	gelb, li.	gelb, re.	grün, li.	grün, re.
Gesamt (n=17)	Min	0	0	0	0	0	0
	MW	1,3	1,3	1,3	1,1	2,7	3,1
	Max	5	5	5	3	8	8
Gruppe A (n=10)	Min	0	0	0	0	0	0
	MW	1,4	1,4	1,5	0,9	3,3	3,2
	Max	5	5	5	3	8	8
Gruppe B (n=7)	Min	0	0,5	0	0	0,3	2
	MW	1,1	1,2	1,1	1,3	1,9	3,0
	Max	0,9	0,8	1,0	1,2	1,0	1,0

4. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die Ergebnisse zeigen, dass durch unterschiedliche Verstell- und Bedienmöglichkeiten oder Formgebungen bei Bodenwischerstielen eine Reduktion von Gelenkwin-

kelbelastungen, insbesondere der Handgelenke, herbeigeführt werden kann. Grundsätzlich wurde die in der Literatur bereits beschriebene hohe muskuläre Belastung bei länger andauernder Tätigkeit durch die OEMG-Messungen bestätigt. Die Teilnehmenden gaben an, dass sie am ehesten den gelben und weniger den grünen Stiel präferieren würden. Diese Präferenz ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass das effektive Arbeiten mit dem grünen Stiel eine längere Einarbeitungs- oder Gewöhnungszeit als für herkömmliche Stieltypen erfordert, da aus einer Fehlbedienung auch unerwünschte Effekte resultieren können. Die vornehmlich negativen Bewertungen zu dem von der klassischen Form besonders abweichenden Stieltyp sind daher vor dem Hintergrund einer kurzen Übungs- und Versuchszeit einzuordnen.

Der Bodenwischerstiel sollte individuell auf eine Länge auf Kinn/Schulterhöhe einstellbar sein, da diese eine aufrechte Körperhaltung gewährleistet. Belastungen lassen sich reduzieren, wenn asymmetrische Kraftaufwendungen durch einen gelegentlichen Wechsel der Handhaltungen ausgeglichen werden. Bietet der Stiel die Möglichkeit, das obere Ende von oben zu greifen, z.B. durch einen beweglichen/drehbaren Knauf oder Griff, kann zudem eine Verringerung des Bewegungsumfangs der oben greifenden Hand erreicht werden. Da die Rotation des Stiels bei der achtförmigen Wischbewegung dennoch erzeugt werden muss, geht dies zwar „zu Lasten“ der anderen Hand, bedeutet aber, dass hierdurch eine weniger asymmetrische muskuläre Belastung und Gelenkwinkelhaltung erzeugt wird.

Ungewöhnliche Stielformen, wie die s-förmige Ausgestaltung des grünen Stiels, können möglicherweise für eine verbesserte Kraftübertragung bei der Wischbewegung sorgen. Allerdings kann bei falscher Anwendung ggf. ein gegenteiliger Effekt eintreten und möglicherweise Unzufriedenheit und Frustration verursachen. Daher sollte die Nutzung innovativer Stielformen mit Informationen zur richtigen Anwendung einhergehen und ein gewisser Zeitraum zur Eingewöhnung an veränderte Bewegungsabläufe zugestanden werden.

5. Literatur

- Badura B, Ducki A, Schröder H, Klose J, Meyer M (2017) Fehlzeitenreport. Krise und Gesundheit – Ursachen, Prävention, Bewältigung. Springer, Heidelberg.
- Brütting M, Ernst B (2020) Auswirkungen auf Muskel-Skelett-Belastungen beim Bodenwischen mit unterschiedlichen Stieltypen, IFA Report 7/2020, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Berlin, <https://www.dguv.de/ifa/publikationen/reports-download/reports-2020/index.jsp>
- Hopsu L, Toivonen R, Louhevaara V, Sjøgaard K (2000) Muscular strain during floor mopping with different cleaning methods. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting 44, 30, 521-524.
- Knieps F, Pfaff H (2018) Arbeit und Gesundheit 50+. BKK Gesundheitsreport 2018. Hrsg: BKK Dachverband e.V., Berlin
- Knieps F, Pfaff H (2017) Digitale Arbeit - Digitale Gesundheit. BKK Gesundheitsreport 2017. Hrsg: BKK Dachverband e.V., Berlin
- Kumar R, Chaikumarn M, Lundberg J (2005) Participatory Ergonomics and an Evaluation of a Low-Cost Improvement Effect on Cleaners. Working Posture. Int. J. Occup. Saf. Ergonomics 11, No. 2, 203-210
- Kumar R, Hägg G, Öhring T (2008) Evaluation of muscular activity while mopping on two different types of floor. Luleå/Gävle, Sweden, www.arbetsliv.eu/nes2008/papers/1738.doc
- Marschall J, Hildebrandt S, Zich K, Tisch Th, Sørensen J, Nolting HD (2018) DAK-Gesundheitsreport Hrsg: DAK-Gesundheit, Hamburg



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeit HUMAINE gestalten

67. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie (WiPs)
Ruhr-Universität Bochum

Institut für Arbeitswissenschaft (IAW)
Ruhr-Universität Bochum

3. - 5. März 2021

GfA-Press

Bericht zum 67. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 3. - 5. März 2021

**Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie, Ruhr-Universität Bochum
Institut für Arbeitswissenschaft, Ruhr-Universität Bochum**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2021
ISBN 978-3-936804-29-4

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Screen design und Umsetzung

© 2021 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de