

Analyse und Vergleich von isometrischen Finger-Hand- und Ganzkörperaktionskräften bei der Ausführung mit und ohne Handschuhen mit Innenhandpolsterung im Labor

Jurij WAKULA, Knut BERG, Tobias HÜBLER

*Institut für Arbeitswissenschaft, Technische Universität Darmstadt
Otto-Berndt-Straße 2, D-64287 Darmstadt*

Kurzfassung: Auswirkungen einer Handschuhnutzung auf ausgeübte isometrische Finger-Hand- und Ganzkörperaktionskräften für ausgewählte Körperhaltungen wurden analysiert. Hierfür wurden fünf verschiedene Kraftfälle mit unterschiedlichen Körperhaltungen und Krafrichtungen unter Einsatz von zwei verschiedenen Handschuhmodellen mit Innenhandpolsterung bei zehn jungen männlichen Versuchspersonen untersucht. Für die Ganzkörperkräfte ergaben sich geringe Differenzen von jeweils maximal 15 Newton (ca. 5%) bezüglich der Handschuhkonstellation. Für Finger-Handkräfte lagen die Unterschiede im Bereich von 37 bis 52 Newton (7 % bzw. 11 %). Bei Ganzkörperkräften hat die Krafrichtung einen Einfluss auf die Werte. Zudem zeigen die Ergebnisse einen Einfluss der Materialeigenschaften der Handschuhe auf die Krafthöhe. Die Auswertung der Fragebögen ließ Trends mit Praxisbezug für die Handschuhe erkennen.

Schlüsselwörter: Isometrische Finger-Hand- und Ganzkörperaktionskräfte
Handschuhe mit Innenhandpolsterung

1. Einleitung

Die Ermittlung von isometrischen maximalen Ganzkörper- und Finger-Hand-Aktionskräften war bereits Gegenstand verschiedener Forschungsprojekte (z.B. Rohmert, 1994; Rühmann und Schmidtke, 1992; Wakula et al., 2009a,b). In diesen Projekten wurden sowohl die maximalen isometrischen Ganzkörper- und die Finger-Hand-Arm Aktionskräfte jedoch ohne Handschuhe ermittelt. In der betrieblichen Praxis hingegen werden bei der manuellen Tätigkeitsausübung oft Handschuhe getragen.

Deshalb war es Ziel dieser Studie, die Auswirkungen einer Handschuhnutzung auf ausgeübte isometrische maximale Finger-Hand-Arm Aktionskräfte für ausgewählte Körperhaltungen zu analysieren. Bei der Auswahl der Kraftmessfälle wurde sich an einem Fertigungsschritt in der Automobilindustrie orientiert. Bei beiden Handschuhmodellen handelte es sich um fingerlose Ausführungen mit unterschiedlich dicker Innenhandpolsterung. Für den Vergleich der Kraftmesswerte wurden die Kraftfälle in den drei verschiedenen Konstellationen (ohne Handschuhe und mit beiden Handschuhmodellen) gemessen.

2. Methodik und Kraftmessfälle

Für die Kraftmessungen wurde das subjektiv / direkte Verfahren verwendet (Berg et.al., 2008, Wakula et al., 2009b). Am IAD wurde eine Software entwickelt, um die Kraftwerte in einer Datenbank abzuspeichern und dann auszuwerten. Basierend auf den Informationen aus der Industrie und aus dem Projekt „Montagespezifischer Kraftatlas“ (Wakula et al., 2009a) wurden drei Ganzkörperkraftfälle in real-typischen Körperhaltungen in zwei Krafrichtungen: +A, -B, für die isometrischen Messungen der Ganzkörperkräfte sowie zwei Fälle für die Hand-Fingerkräfte im IAD-Labor gewählt (s. Tabelle 1). Für alle untersuchten Kraftfälle erfolgten die Messungen einhändig nach der Methode der maximalen isometrischen Aktionskraftaufbringung (Ausnahme – Fall 2A). Kraftfall 2A wurde geplant und durchgeführt, um einen Bezug der Kraftdaten dieser Laborstudie zum Projekt „Montagespezifischer Kraftatlas“ (Wakula et al., 2009a) zu erhalten.

Tabelle 1: Übersicht der gemessenen/analysierten Kraftmessfälle

Kraftfall	Kraftausführung & -richtung	Körper-abstützung	Lage des Kraftangriffspunktes
1 Ganzkörper	Einhändig in +A	Ja	Höhe: 150 cm; Abstände 1. Fuß: 20 cm; 2. Fuß: 40 cm
2 Ganzkörper	Einhändig in -B	Ja	Höhe: 150 cm; Abstände 1. Fuß: 20 cm; 2. Fuß: 40 cm
2A Ganzkörper	Beidhändig -B	Nein	Höhe: 150 cm; Abstände 1. Fuß: 20 cm; 2. Fuß: beliebig
3 Ganzkörper	Einhändig +A	Ja	Höhe: 120 cm; Abstände 1. Fuß: 20 cm; 2. Fuß: 40 cm
4 Handballen (Hand-Arm)	Einhändig im Stehen; Arm gestreckt +A	Nein	Höhe Tischoberkante: 80 cm
5 Greifkraft/ Finger-Hand	Einhändig im Stehen; Arm um 90° gebeugt	Nein	Kombizange: Greifweite: 65 mm

- Für alle analysierten Kraftausübungsfälle wurde eine aufrecht stehende, symmetrische Körperhaltung und -stellung von den Probanden gefordert.
- Die einhändige Kraftausführung erfolgte stets mit der je nach Proband dominanten Hand.
- Im Falle einer Körperabstützung (Fälle 1, 2 und 3) erfolgte diese durch die rezessive Hand am Griffaufnehmer des Kraftmessgestells.

Die Messungen der Kraftfälle 1, 2, 2A und 3 erfolgten an dem Kraftmessgestell mit dreidimensionalem IFA-Handkraftmesssystem (Wakula et al., 2009a). Für die Kraftmessung von Kraftfall 4 wurde ein Zug/Druck- Kraftaufnehmer von HBM mit eindimensionaler Krafterfassung eingesetzt. Bei Kraftfall 5 wurde ein Kistler Piezo-Mehrkomponenten-Kraftsensor verwendet, welcher die Kraftmessung dreidimensional ermöglicht.

Kraftdaten für fünf verschiedene Kraftfälle wurden bei zehn männlichen Versuchspersonen mit zwei verschiedenen Handschuhmodellen gemessen. Das Durchschnittsalter der Probanden betrug $25,4 \pm 1,7$ Jahre, die Durchschnittskörpergröße $185 \pm 7,7$ cm und das Durchschnittsgewicht $81,9 \pm 10,8$ kg.



Abbildung 1: Handschuhmodell 1-Sensation Mechanics (Fa. Leipold + Döhle GmbH; Marke FerdyF) mit Innenhandpolsterung: 3mm-Gel-Polster



Abbildung 2: Handschuhmodell 2 -Technik 0-Finger (Fa. Hase Safety Gloves GmbH) mit Innenhandpolsterung: gepolsterte Verstärkung

Mit einer Ausnahme waren alle Probanden Rechtshänder und gaben an, aktiv Freizeitsport zu treiben. Keiner der Probanden hatte in den 12 Monaten vor Versuchsdurchführung gesundheitliche Beschwerden an Wirbelsäule, Schulter-, Ellenbogen-, oder Handgelenken. Auch zu Versuchsbeginn verspürte kein Proband Beeinträchtigungen, die die Durchführung der Versuche hätten einschränken können. Bei den verwendeten Handschuhen handelte es sich um fingerlose Ausführungen mit unterschiedlich dicker Innenhandpolsterung (Abb. 1, 2). Für den Vergleich der Kraftmesswerte wurden die Kraftfälle in den drei verschiedenen Konstellationen (ohne Handschuhe und mit beiden Handschuhmodellen) gemessen und analysiert. Neben den Finger-Handkräften wurde auch die Auswirkung des Einsatzes von gepolsterten Handschuhen auf Ganzkörperkräfte untersucht. Neben den gemessenen Kraftwerten wurden die Probanden mittels eines Fragebogens zum Einfluss der Handschuhe auf die Versuchsdurchführung befragt.

3. Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der gemessenen isometrischen Kräfte

Die Ergebnisse für die analysierten Fälle für die maximalen isometrischen Ganzkörperkräfte in den drei verschiedenen Konstellationen – ohne Handschuhe und mit beiden Handschuhmodellen – sind in der Abbildung 3 dargestellt. Für die Kraftfälle 1 bis 3 ergaben sich geringe Differenzen von jeweils maximal 15 N (ca. 5 %) bezüglich der Handschuhkonstellation. Die Unterschiede waren nicht signifikant auf

dem 5 %-Niveau. Die gewonnenen Ergebnisse bestätigen die Erkenntnisse aus dem Projekt „Montagespezifischer Kraftatlas“, dass bei Ganzkörperkräften die Krafrichtung einen Einfluss auf die gemessenen Kraftwerte hat. In senkrechter Richtung nach oben (+A) wurden mit Handschuhen höhere Kräfte gemessen. In horizontaler Richtung nach vorne (+B) wurden jedoch höhere Kräfte ohne Handschuhe ermittelt.

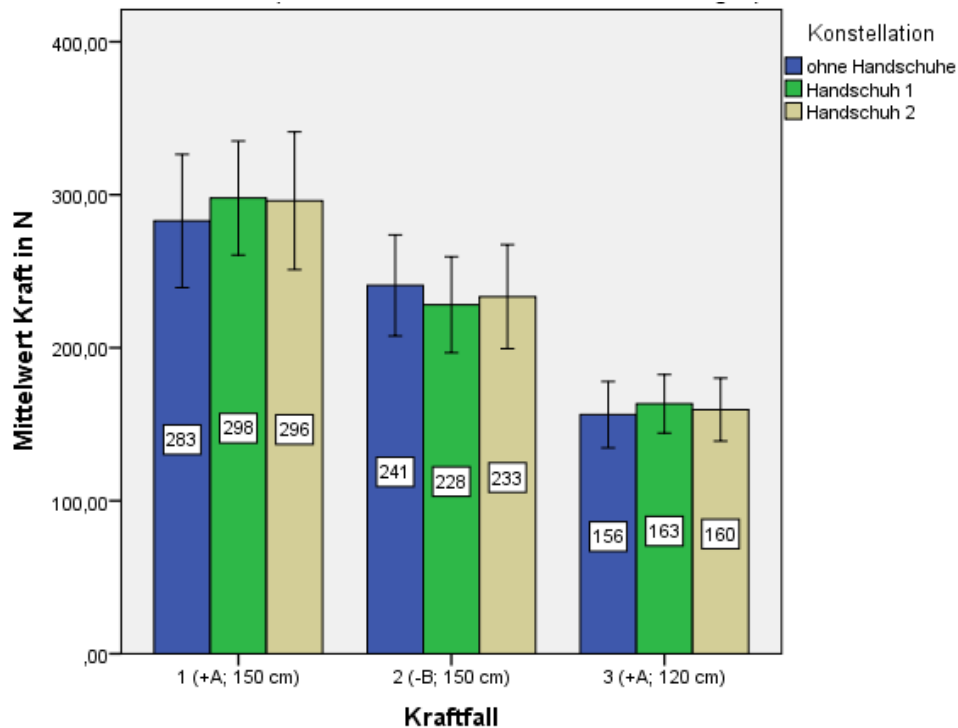


Abbildung 3: Kraftmesswerte für Ganzkörperkräfte (Kraftfälle 1-3)

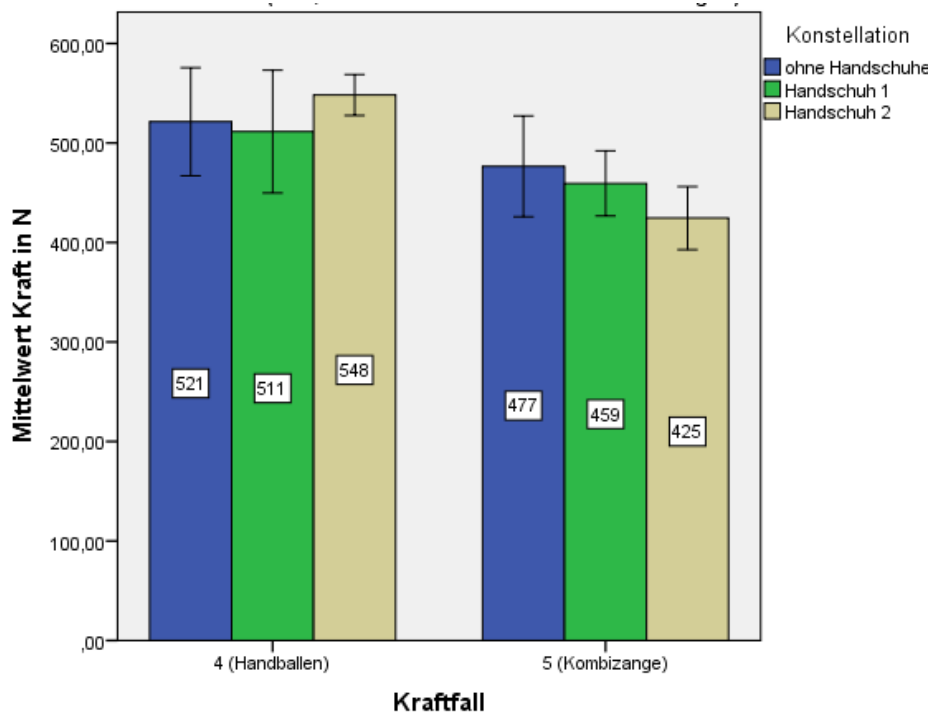


Abbildung 4: Kraftmesswerte für Hand-Armkräfte (Kraftfälle 4-5)

Für die Hand-Armkräfte (Fälle 4 und 5, Abb. 4) lagen die Unterschiede im Bereich von 37 bis 52 N (ca. 7 % bzw. ca. 11 %) aufgrund der Handschuhkonstellation und fielen somit höher aus als bei den Ganzkörperkräften. Die Standardabweichungen bewegen sich über alle Kraftfallkonstellationen im Bereich von 19 bis 62 N.

3.2 Ergebnisse aus der Befragung der Probanden

Die Auswertung der Fragebögen ließ vor allem zwei Trends mit Praxisbezug erkennen:

- Die Hälfte der Probanden kritisierte die Passform sowie eine Einschränkung des Gefühls und der Beweglichkeit durch den Einsatz von Handschuhmodell 2. Die Auswahl eines Handschuhs mit einem angenehmen Sitz, der eine ausreichende Beweglichkeit von Fingern und Hand ermöglicht, spielt demnach eine wichtige Rolle beim Kraftaufbringen.
- Die Mehrheit der Probanden (sieben von zehn) legte Wert auf eine gute Polsterung bzw. Dämpfung durch den Handschuh. Auch die Eigenschaft Griffigkeit der Handschuhe war vier von zehn Probanden wichtig.

4. Fazit aus der Studie

Zusammenfassend lassen die gewonnenen Ergebnisse aus fünf Kraftfällen keine eindeutigen Tendenzen erkennen: Die Handschuhkonstellation wirkt sich je nach Kraftfall unterschiedlich auf die gemessenen Kraftwerte aus:

$$\begin{array}{ll} F_{\text{Handschuh 1}} > F_{\text{Handschuh 2}} > F_{\text{ohne Handschuhe}} & (\text{für Kraftfall Nr. 1}) \\ F_{\text{ohne Handschuhe}} > F_{\text{Handschuh 2}} > F_{\text{Handschuh 1}} & (\text{für Kraftfall Nr. 2}) \\ F_{\text{Handschuh 1}} > F_{\text{Handschuh 2}} > F_{\text{ohne Handschuhe}} & (\text{für Kraftfall Nr. 3}) \\ F_{\text{Handschuh 2}} > F_{\text{ohne Handschuhe}} > F_{\text{Handschuh 1}} & (\text{für Kraftfall Nr. 4}) \\ F_{\text{ohne Handschuhe}} > F_{\text{Handschuh 1}} > F_{\text{Handschuh 2}} & (\text{für Kraftfall Nr. 5}) \end{array}$$

Insgesamt zeigen die Ergebnisse dieser Studie, dass die Nutzung der verwendete Handschuh einen geringen Einfluss (<10 %) auf die angebrachten Aktionskräfte hat.

Zudem zeigen die Ergebnisse einen Einfluss der Materialeigenschaften der Handschuhe auf die Krafthöhe. Insbesondere spielt die Passform der Handschuhe und ihr Einfluss auf die Handbeweglichkeit eine Rolle.

5. Literatur

- Berg, K.; Wakula, J.; Schaub, K.: *Isometrische Maximalkräfte des Hand-Fingersystems für einen montagespezifischen Kraftatlas*. In: Produkt- und Produktions-Ergonomie-Aufgabe für Entwickler und Planer, 54. Arbeitswissenschaftlicher Kongress, 09.04. - 11.04.2008, München. GfA-Press, Dortmund
- Rohmert, W., Berg, K., Bruder, R und Schaub Kh., 1994, Kräfteatlas Teil 1: Datenauswertung statischer Aktionskräfte, Berlin.
- Rühmann, H.; Schmidtke, H.: Körperkräfte des Menschen: Perzentilierung isometrischer Maximalkräfte sowie Ausdauer und Beanspruchung bei konzentrischer und exzentrischer Muskelarbeit, in: Rühmann, H.; Schmidtke, H. (Hrsg.): Kolloquium des Lehrstuhls für Ergonomie der Technischen Universität München zum HdA-Projekt "Körperkräfte des Menschen Teil II". O. Schmidt, Köln 1992.

Wakula, J.; Berg, K.; Schaub, K.; Bruder, R.; Glitsch, U.; Ellegast, R.P.: Der montagespezifische Kraftatlas. BGIA-Report 3/2009. 275 S., zahlr. Tab. und Abb. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2009. ISBN: 978-3-88383-788-8

Wakula, J.; Berg, K.; Schaub, K.; Bruder, R.; Glitsch, U.; Ellegast, R.P. Statische maximale Ganzkörper- und Hand-Fingerkräfte für realtypische Kraftausübungen für den montagespezifischen Kraftatlas. Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert. 55. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, 4.-6. März 2009, Dortmund - Vortrag. Berichtsband und CD-ROM, S. 455-459, 5 Lit., 3 Tab., 2 Abb. Hrsg.: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, GfA-Press, Dortmund. ISBN: 978-3-936804-07-9



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

ARBEIT(s).WISSEN.SCHAF(F)T
Grundlage für Management & Kompetenzentwicklung

64. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

FOM Hochschule für
Oekonomie & Management gGmbH

21. – 23. Februar 2018

GfA Press

Bericht zum 64. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 21. – 23. Februar 2018

FOM Hochschule für Oekonomie & Management

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2018

ISBN 978-3-936804-24-9

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.

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

USB-Print:

Prof. Dr. Thomas Heupel, FOM Prorektor Forschung, thomas.heupel@fom.de

Screen design und Umsetzung

© 2018 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de