

Hand-Arm-Vibrations-Syndrom, muss der ISO-Standard überarbeitet werden?

Magdalena F. Scholz¹, Anthony J. Brammer², Steffen Marburg¹

¹ Lehrstuhl für Akustik mobiler Systeme, Technische Universität München, Deutschland, Email: magdalena.scholz@tum.de

² Department of Medicine, University of Connecticut Health, Farmington, Connecticut, USA

Einleitung

Bei der Einführung von Grenzwerten im Arbeitsschutz ist das Eintreten der Weiß-Finger-Krankheit ausgelöst durch Vibrationen (VWF) bei Arbeitern, die handgehaltene Elektrowerkzeuge oder andere Maschinen nutzen von denen Vibrationen in die Hand und den Arm des Nutzers übertragen werden, von Interesse. Vorschläge hierzu wurden in epidemiologischen Studien veröffentlicht und in Richtlinien und Standards aufgenommen. Eine laufende Debatte dreht sich um die Genauigkeit der Richtlinien in dem internationalen Standard ISO 5349 [1] für auf die Hand übertragene Vibrationen. Das darin enthaltene Modell und auch die Richtlinien basieren auf dem von Brammer [2] vorgeschlagenen Modell. Nilsson et al. [3] haben 2017 eine umfassende Metaanalyse von Studien zu den Auswirkungen für Arbeiter, die Hand-Arm-Vibrationen ausgesetzt sind, durchgeführt. Diese konzentriert sich unter anderem auf die Entwicklung von VWF und ordnet die Studien bezüglich Kriterien ein, die eine Ergebnisverzerrung minimieren sollen.

In diesem Beitrag werden die Daten aus den von Nilsson et al. als akzeptabel bewerteten Studien genutzt um eine Beziehung zwischen der lebenslangen Vibrationsbelastungsdauer und der Vibration, die in die Hände eintritt und welche durch das acht Stunden frequenzgewichtete Energieäquivalent, den A(8)-Wert, beschrieben wird, herzustellen. Diese wird dann mit dem Modell aus dem ISO-Standard verglichen.

Methode

Es wird ein Modell auf Basis der in [3] gelisteten Publikationen beschriebenen Daten erstellt, das die Vibrationsbelastung mit den gesundheitlichen Folgen in Relation stellt. In den Studien wird die Auftrittsrate der Weiß-Finger-Krankheit bei Arbeitern berichtet, die während ihrer Arbeit Vibrationen von handgehaltenen Geräten ausgesetzt sind. Alle Studien, die keinen A(8)-Wert oder Informationen zu den Vibrationen, die eine Umrechnung in den A(8)-Wert ermöglichen, beinhalten werden ausgeschlossen, ebenso wie Studien, in denen Auftrittsraten unterhalb von 10% berichtet werden oder in denen die Vibrationsmessungen nicht dem Standard [1] entsprechend durchgeführt wurden. Nach diesem Auswahlprozess und der Berechnung benötigter Werte, wurde die Häufigkeit linear zu 10% interpoliert unter der Annahme, dass bei einer Belastungsdauer von 0 auch die Auftrittsrate bei 0% liegt. Diese Berechnung schätzt die Belastungsdauer ab nach welcher 10% der untersuchten Gruppe von VWF betroffen sind. Die gesamten Daten sind in Datensätze unterteilt, welche in der Analyse schrittweise hinzugenommen werden. Der erste Datensatz besteht aus den Daten jener Studien, in denen die Belastungsdauer in Jahren

und der A(8)-Wert gegeben sind und die es somit eine Datennutzung ohne weitere Berechnungen ermöglichen. Als nächstes wurde der Datensatz hinzugefügt, bei dem der A(8)-Wert erst berechnet werden muss. Die Daten, die zuletzt hinzugenommen wurden, waren jene, bei denen die Belastungsdauer aus der Nutzungsdauer, die in Stunden gegeben ist, in Jahre umgerechnet werden muss.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Analyse sind in der Abbildung 1 zusammengefasst dargestellt. Die Daten der Studien, die für die Analyse genutzt wurden, sind dargestellt unter Nutzung der darin berichteten Häufigkeiten. Dies bedeutet, dass die Auftrittsrate nicht auf 10% angepasst wurde. Aus diesem Grund wird das Intervall in das die Auftrittsrate jeweils für die gegebenen Belastungsdauer und den A(8)-Wert fällt durch die Symbole wiedergegeben. Es ist ersichtlich, dass es bei den Datenpunkten eine Tendenz gibt von der Vorhersage des Modells aus dem Standard abzuweichen. Letztere wird durch eine gestrichelte Linie für 10% Häufigkeit dargestellt. Das Abweichen wird stärker, je höher die Auftrittsrate ist. In allen Studien liegt die Belastungsdauer höher als in der ISO-Vorhersage, außer vielleicht mit Ausnahme der Studien die eine Auftrittsrate von 10-15% aufweisen, und liegen, wie für eine aussagekräftige Richtlinie erwartet, rechts von der Vorhersagekurve des Standards.

Eine Regressionsanalyse, die nur den ersten Datensatz beinhaltet, ist dem Modell von Nilsson et al. [3] am nächsten. Jedoch verschiebt das Einbinden weiterer Datensätze die Regressionskurve in Richtung des Modells aus dem Standard [1]. Die 95% Konfidenzintervalle für die 10%-Häufigkeitsbeziehung, welche vom größten Datensatz abgeleitet wurde, sind als durchgezogene Linien in Abbildung 1 dargestellt. Diese Intervalle umschließen die Linie, die das Vorhersagemodells des Standards darstellt, bei allen Datensätzen. Dies gilt jedoch selten für das Modell von Nilsson et al. [3].

Diskussion und Fazit

Das Modell aus dem Standard liefert eine Vorhersage für das Auftreten von VWF bei 10% der betrachteten Gruppe und wurde auf Basis des Modells in [2] entwickelt, bei welchem alle Arbeiter nur ein handgehaltenes Gerät oder eine Maschine täglich für ihre immer gleichen Arbeitsprozesse nutzen. Im Gegensatz dazu sind die hier und die von Nilsson et al. [3] genutzten Studien welche, in denen Arbeiter mehrere Werkzeuge in ihrem Arbeitsalltag für verschiedene Prozesse nutzen. Außerdem erschwert die große Streuung in den Daten die Analyse. Hierzu tragen möglicherweise verschiedene Faktoren bei, wie das Einbeziehen von Fällen der Weiß-Finger-Krankheit, die nicht

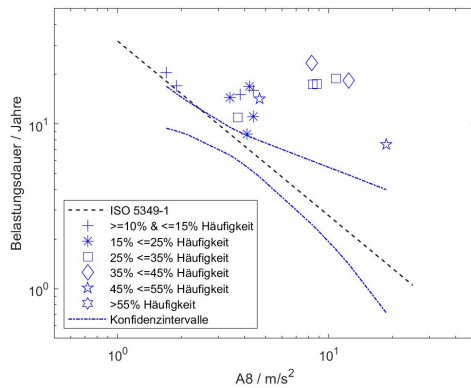


Abbildung 1: Hier ist die Belastungsdauer über den A(8)-Wert aufgetragen. Die Auftrettsrate ist über die Symbole dargestellt und in der Legende aufgeschlüsselt. Die gestrichelte Linie stellt das Vorhersagemodell aus dem Standard dar. Die blauen Kurven bilden die Konfidenzintervalle für die Regressionsanalyse dieses Datensatzes ab.

vibrationsbedingt sind, in die Auftrettsrate von VWF. Die Ermittlung der Vibrationsbelastung wird zunehmend komplex je mehr Werkzeuge und Prozesse Teil des Arbeitsalltags der untersuchten Personengruppe ist. Hier sind sowohl die Abhängigkeit von der Erinnerung der jeweiligen Arbeiter an Prozesse und deren Dauern als auch die Schwierigkeit bei der Messung der Vibrationen für jeden einzelnen Prozess mit dem jeweiligen Werkzeug beeinflussende Faktoren. Außerdem verläuft die Entwicklung von VWF in einer untersuchten Gruppe nicht linear, sondern nach einer Wahrscheinlichkeitsverteilung, weshalb die lineare Interpolation die Belastungsdauer, die zu 10% Auftrettsrate führt, unterschätzt. Hier wurde deshalb auch noch kein verbessertes Belastungsfolgenmodell und damit auch keine eindeutige Antwort darauf, wie das Modell aus dem Standard überarbeitet werden sollte, gefunden. Es werden weitere Analysen benötigt, die auch Studien umfassen, die nicht Teil der Metaanalyse von Nilsson et al. waren, um die Einflüsse der vorher genannten Faktoren zu ermitteln.

Literatur

- [1] Mechanische Schwingungen - Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (ISO 5349-1:2001); Deutsche Fassung EN ISO 5349-1:2001
- [2] A.J. Brammer. Threshold limit for hand-arm vibration exposure throughout the workday."Vibration Effects on the Hand and Arm in Industry (1982). New York, John Wiley & Sons, pp. 291-301.
- [3] Tohr Nilsson, Jens Wahlström, and Lage Burström. "Hand-arm vibration and the risk of vascular and neurological diseases—a systematic review and meta-analysis. PloS one 12.7 (2017): e0180795.