





Abb. 1: Feedback-Visualisierung zur geschätzten HAV-Exposition des Tages

(HAV) wird unter Berücksichtigung der Expositionsdauer sowie der Vibrationsintensität durchgeführt. Die subjektive Erfassung oder der Einsatz von Messgeräten zur Bestimmung der Expositionsdauer ist kostenintensiv, stört den Arbeitsablauf oder kann aufgrund des hohen Aufwands nur sehr sporadisch und selten durchgeführt werden. Es wird daher ständig an neuen Methoden und Systemen gearbeitet, die eine einfache und kostengünstige Erfassung der Hand-Arm Vibrationsexposition erlauben. Eine Unterscheidung der unterschiedlichen Systeme enthält die DIN SPEC 35844 [DSP].

### Vibrationen messen per Smartwatch

Bedingt durch die Miniaturisierung in der Elektronik sind nun bezahlbare Smartwatches auf dem Markt, die eine Vielzahl von integrierten Sensoren enthalten. Die Smartwatches verfügen über leistungsfähige Beschleunigungs-, Drehraten- und Akustiksensoren sowie eine effiziente Verarbeitungseinheit, die für die HAV-Bestimmung genutzt werden kann.

Gemeinsam mit dem Institut für Arbeitsschutz IFA, St. Augustin, und dem Fraunhofer IGD, Rostock, wurde eine Machbarkeitsuntersuchung durchgeführt, um nachzuweisen, ob mit Smartwatches eine Arbeitsgeräteidentifikation möglich ist. Hierbei wurden unter Laborbedingungen und in Feldversuchen Beschleunigungs- und Mikrofondaten während der Ausführung von Arbeiten mit vibrierenden Arbeitsgeräten erfasst und analysiert. Dabei wurde untersucht, welche Verfahren zur Vibrationsmustererkennung

geeignet und welche Erhebungsparameter auszuwählen sind. Durch eine Klassifizierung der Messdaten wurde auf die genutzten Arbeitsgeräte sowie die Expositionszeiträume geschlossen.

Als Ergebnis der Untersuchung wurden die Möglichkeiten und Rahmenbedingungen für eine individuelle Bestimmung der HA-Vibrationsdosis mit Smartwatches bestimmt und bewertet. Es konnte gezeigt werden, dass eine kontinuierliche Erfassung der HA-Vibrationsdosis mit kostengünstigen Smartwatches unkompliziert möglich ist. Im Rahmen der Evaluation wurden Beschleunigungsdaten mit 50 Hz sowie Sounddaten mit acht kHz erfasst und in Fenster, zu je 1,28 Sekunden, unterteilt. Aus den Messdaten dieser Sensoren wurden 71 Merkmale selektiert und auf ihre Relevanz untersucht. Es zeigte sich, dass in Feldversuchen eine Untermenge von circa neun bis 15 Merkmalen relevant ist. Beim Einsatz von vier unterschiedlichen Arbeitsgeräten wurden die Daten mit einem J48-Entscheidungsbaum klassifiziert, dieses führte zu einer Erkennungsrate der Arbeitsgeräte von circa 72 Prozent. Für die A(8)-Bewertung wies hingegen die Smartwatch eine Überbewertung von circa elf Prozent auf [Ma16].

### Geringere Schädigung durch Vibrationen absehbar

Die Technologieentwicklung in der Produktion führt aktuell zu Systemen, Maschinen und Robotern, die dem Menschen assistieren. Daher ist abzusehen, dass Schädigungen durch Hand-Arm-Vibrationen abnehmen. Parallel dazu ent-

wickeln sich unaufdringliche, einfach handhabbare Mess- und Abschätzsysteme zur Bestimmung auftretender Vibrationsexposition ständig weiter. Darüber hinaus werden durch die Einbeziehung von künstlicher Intelligenz im Arbeitsleben die Arbeitsbedingungen verbessert und frühzeitig Abweichungen oder vermeidbare Belastungen detektiert, so dass Hinweise zur Optimierung des Arbeitsalltags abgegeben werden können. Bis es soweit ist, kann die Vibrationsüberwachung mittels Smartwatch dazu beitragen, gesundheitliche Folgen zu minimieren oder zu verhindern.

### Referenzen

- [TRLV-Vib] Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung, Beurteilung der Gefährdung durch Vibrationen, Ausschuss für Betriebssicherheit – ABS-Geschäftsführung – BAuA – www.baua.de – Ausgabe: März 2015, GMBL 2015 S. 485 [Nr. 25/26]
- [LV07] Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung – LärmVibrationsArbSchV), 2007, Letzter Zugriff: 05.05.2019, www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/l\_rmvibrationsarbschv/gesamt.pdf
- [EU-HAV] EU-Handbuch HAV, Handbuch zum Thema Hand-Arm-Vibration, Potsdam, 2007, Rechtlich nicht bindendes Handbuch im Hinblick auf die Umsetzung der Richtlinie 2002/44/EG über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Schwingungen), 2007
- [MA16] Matthias D., Bieber G., Kaulbars U.: AGIS: Automated Tool Detection & Hand-Arm Vibration Estimation using an unmodified Smartwatch, iWOAR – international workshop on sensor-based activity recognition and interaction 2016, Rostock, Germany, ACM, 2016, DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2948963.2948971>
- [BKV] Berufskrankheiten-Verordnung vom 31. Oktober 1997 (BGBl. I S. 2623), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 10. Juli 2017 (BGBl. I S. 2299) geändert worden ist
- [DSP] DIN SPEC 35844 Schwingungseinwirkung auf den Menschen – Anleitung und Fachausdrücke für Messgeräte und Hilfseinrichtungen zur Beurteilung der Tages-Schwingungsbelastung am Arbeitsplatz entsprechend den Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen (ISO/TR 19664:2017), Deutsche Fassung CEN ISO/TR 19664:2018, Ausgabe 2019-03