

68. Jahrgang  
Dezember 2017  
ISSN 2199-7330  
1424

# sicher ist sicher

www.SISdigital.de

## SaveME-App

Mobile Sicherheit mit INTERCOM Power.

**SCHNEIDER  
INTERCOM**

Kommunikations- und Sicherheitssysteme

Die **COMMEND** Experten

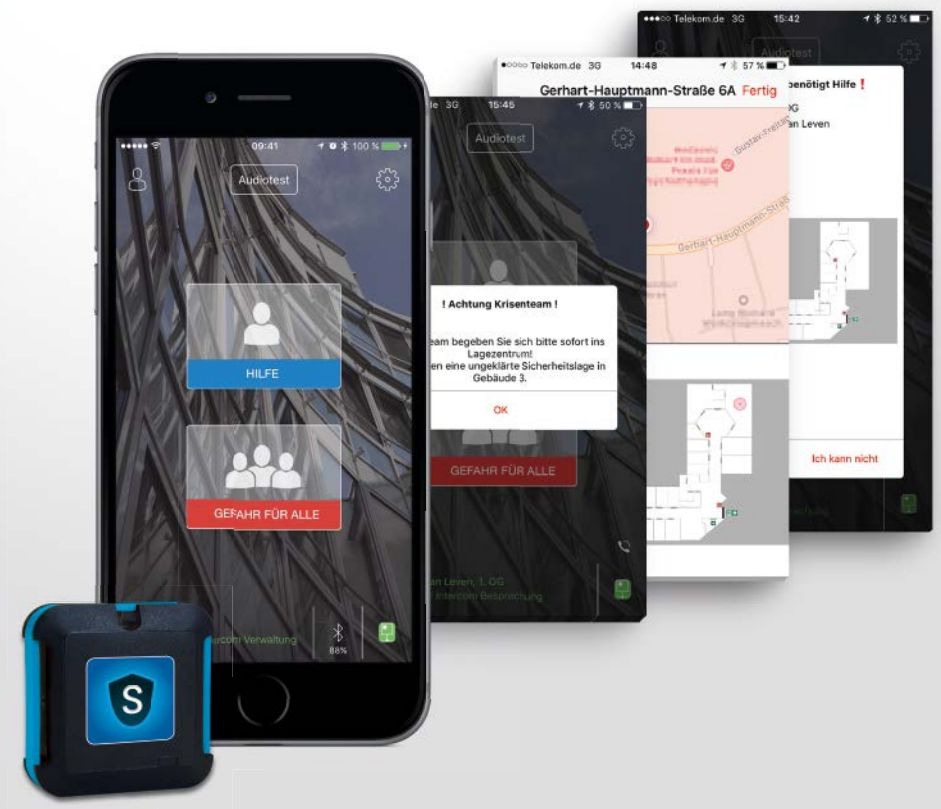
[www.saveme-app.de](http://www.saveme-app.de)

überall Hilfe anfordern

Informationen an Hilfskräfte

erhältlich für iOS und Android

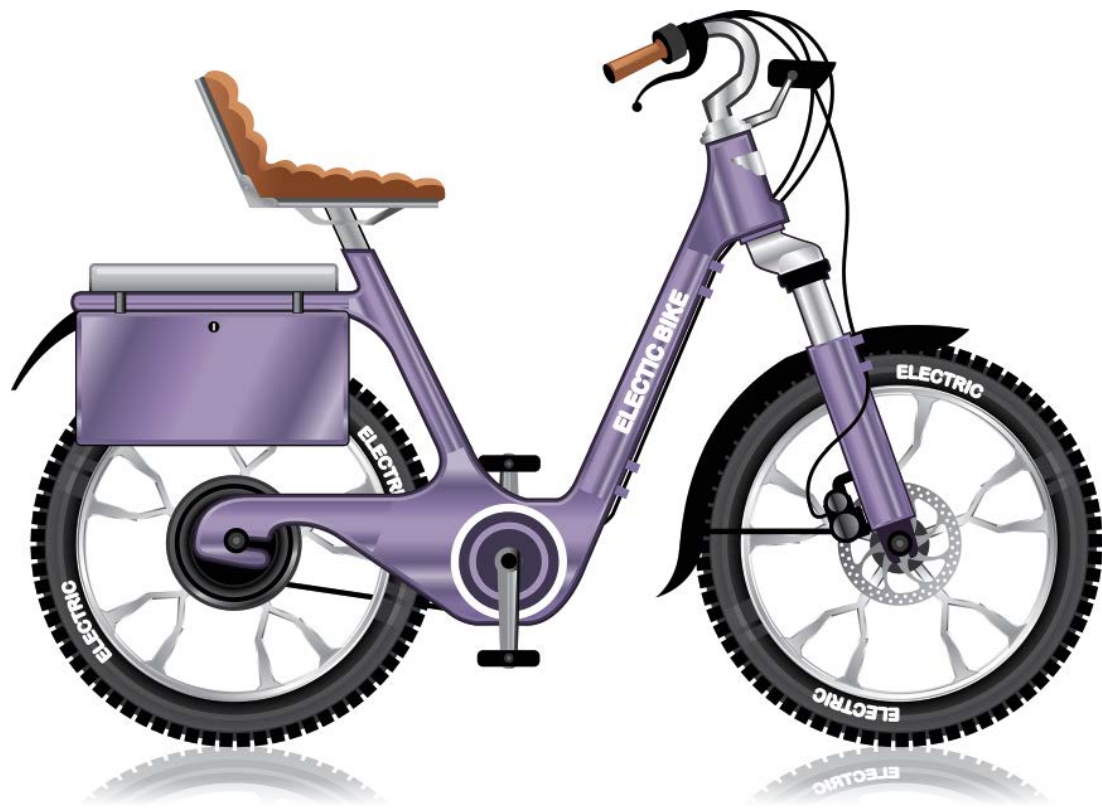
zuverlässige Lokalisierung  
im Alarmfall



Belastungsschwerpunkte  
in der Intralogistik **536**  
Berufskraftfahrerinnen  
und -fahrer: am Limit **542**

Aufgaben und Verantwortung des  
Laserschutzbeauftragten **550**

**ESV** ERICH  
SCHMIDT  
VERLAG



MARTIN NORDHAUS · SARA SCHLECHTER

## Vibrationen an Lastenpedelecs, ein unterschätztes Thema?

Im Rahmen eines Projektes des LIA.nrw in Kooperation mit der BG Verkehr, der Firma PAConsult GmbH, der Technischen Universität Hamburg-Harburg und der Firma velotech.de GmbH wurde untersucht, in welchem Maße bei der Nutzung eines Lastenpedelecs unter verschiedenen Bedingungen Belastungen durch Hand-Arm- und Ganzkörper-Vibrationen auftreten und so zu Gefährdungen der Gesundheit und Sicherheit – gerade von Nutzern und Nutzerinnen, die diese Art des Transportmittels beruflich bedingt mehrere Stunden täglich verwenden – führen können.

Aus unserem Stadtbild sind elektrisch unterstützte Fahrräder, die so genannten Pedelecs nicht mehr wegzudenken. Auch in der Arbeitswelt findet die Verwendung von Lastenpedelecs, mehr und mehr Zuspruch. Größere oder viele Lasten umweltfreundlich und schnell zu transportieren, stellt für Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber in Hinblick auf Umweltschutz und mögliche Fahrverbote eine kostengünstige Alternative zur Nutzung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren dar. Insbesondere in der Logistikbranche, beispielsweise in der Briefzustellung, werden mehr und mehr klassische Lastenfahrräder durch Lastenpedelecs ersetzt.

Auf den ersten Blick scheint hier für die Beschäftigten doch eine Erleichterung der Arbeitsbedingungen vorzuliegen, oder?

Richtig ist, dass das Anfahren durch die elektrische Unterstützung, insbesondere im vollbeladenen Zustand, erleichtert wird. Auch sind höhere Fahrgeschwindigkeiten bei geringerer menschlicher Arbeitsleistung erreichbar. Es ist jedoch auch zu bedenken, dass ein Lastenpedelec gerade durch den Akku und den verstärkten Rahmen im Vergleich zu einem Lastenfahrrad ein deutlich höheres Leergewicht aufweist, welches von der Fahrerin/dem Fahrer zu handhaben ist. Hinzukommt, dass eine höhere Zuladung pro

Tour möglich ist und dadurch letztendlich die Vorteile der elektrischen Unterstützung durch ein höheres Arbeitspensum kompensiert werden.

### Gibt es auch andere Gefährdungen bei der Nutzung eines Lastenpedelecs?

Mit dieser Frage hat sich das LIA.nrw im Rahmen dieses Projektes beschäftigt. Unter dem Blickwinkel der Maschinenverordnung wurde insbesondere das Thema Hand-Arm- und Ganzkörper-Vibrationen an Maschinen ausführlich betrachtet. Die o.g. Lastenpedelecs, die die Fahrerinnen/den Fahrer bis zu einer Geschwindigkeit von 25 km/h elektrisch unterstützen, sind rechtlich betrachtet Maschinen im Sinne der Maschinenverordnung, die die Vorgaben der europäischen Maschinerrichtlinie 2006/42/EG in Deutschland national umsetzt.

Bezogen auf Vibrationen sind in der Maschinenrichtlinie folgende Anforderungen definiert:

*„Die Maschine muss so konstruiert und gebaut sein, dass Risiken durch Maschinenvibrationen insbesondere an der Quelle so weit gemindert werden, wie es nach dem Stand des technischen Fortschritts und mit den zur Verringerung von Vibrationen verfügbaren Mitteln möglich ist.“*

Die Betriebsanleitung muss folgende Angaben zu den von der Maschine auf die oberen Gliedmaßen oder auf den gesamten Körper übertragenen Vibrationen enthalten:

- ▶ den Schwingungsgesamtwert, dem die oberen Körpergliedmaßen ausgesetzt sind, falls der Wert  $2,5 \text{ m/s}^2$  übersteigt. Beträgt dieser Wert nicht mehr als  $2,5 \text{ m/s}^2$ , so ist dies anzugeben,
- ▶ den höchsten Effektivwert der gewichteten Beschleunigung, dem der gesamte Körper ausgesetzt ist, falls der Wert  $0,5 \text{ m/s}^2$  übersteigt. Beträgt dieser Wert nicht mehr als  $0,5 \text{ m/s}^2$ , ist dies anzugeben,
- ▶ die Messunsicherheiten.

Diese eindeutigen rechtlichen Vorgaben, die an den Hersteller gerichtet sind, bilden letztendlich für Arbeitgeberinnen/Arbeitgeber die Grundlage im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung maximale Einsatzzeiten und Schutzmaßnahmen für Beschäftigte bei der Verwendung dieser Maschinen ableiten zu können, wie es auch die Lärm- und Vibrations- Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) fordert. Diese definiert folgende Grenzwerte:

#### Hand-Arm-Vibrationen:

1. Expositionsgrenzwert  $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$
2. Auslösewert  $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$

#### Ganzkörper-Vibrationen:

3. Expositionsgrenzwert  $A(8) = 1,15 \text{ m/s}^2$  in x- und y-Richtung und  $A(8) = 0,8 \text{ m/s}^2$  in z-Richtung
4. Auslösewert  $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$

Die Begutachtung zahlreicher Betriebsanleitungen von (Lasten-)Pedelecs verschiedener Hersteller hat jedoch ergeben, dass in der Regel Herstellerangaben zu Vibrationen, die bei der Nutzung des Produktes auftreten können, fehlen. Auch die produktspezifischen Normen betrachten dieses Thema derzeit nicht. Grund genug, sich dieser Problematik sowohl aus Sicht der Maschinenverordnung, als auch aus Sicht des Arbeitsschutzes zu nähern.

#### Durchführung der Schwingungsmessungen

Im Rahmen dieses Projektes wurden alle Schwingungsmessungen mit einem einspurigen und mit einem mehrspurigen Lastenpedelec („Dreirad“) durchgeführt, um einen möglichen Einfluss der Konstruktion auf das Ausmaß der Vibrationen ableiten zu können.

Das einspurige Lastenpedelec war mit zwei Gepäckträgern (vorne und hinten) ausgestattet. Laut Hersteller ist eine Zuladung mit maximal 15 kg für den vorderen und maximal 35 kg für den hinteren Gepäckträger zulässig bei einem zulässigen Gesamtgewicht von rund 180 kg. Es verfügte über keinerlei Federung (z.B. Federgabel).

Das dreirädrige Lastenpedelec verfügte über einen Gepäckträger am Lenker und eine großzügige Ladefläche am Heck, auf der eine offene Transportbox montiert war. Das zulässige Gesamtgewicht beträgt 300 kg, wobei für den vorderen Gepäckträger maximal 25 kg und die hintere Transportbox maximal 150 kg zulässig sind. Zum Einsatz kam ein Schwingungsmesser der Firma Svantek, welcher die Vorgaben der DIN EN ISO 8041, der DIN EN ISO 5349 sowie der DIN EN ISO 2631 für die Messung von Hand-Arm- bzw. Ganzkörper-Vibrationen wie in der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung gefordert erfüllt. Da es sich um ein 6-kanaliges Gerät handelte, konnten zwei triaxiale Beschleunigungssensoren angeschlossen werden, sodass zeitgleich Hand-Arm- sowie Ganzkörper-Vibrationen erfasst werden konnten. Zur Ermittlung der Vibrationen, die auf das Hand-Arm-System wirken, wurde der Inhand-Beschleunigungsaufnehmer verwendet. Zur Ermittlung der Ganzkörper-Vibrationen wurde der Beschleunigungsaufnehmer auf dem Sattel platziert.

Die Kooperationspartner verwendeten Messtechnik anderer Hersteller, die ebenfalls den normativen Anforderungen entsprachen.

#### DIE AUTOREN



**Dipl. Ing. Martin Nordhaus**  
 Fachgruppe 1.2 Produktsicherheit  
 Landesinstitut für Arbeitsgestaltung des Landes Nordrhein-Westfalen, LIA.nrw



**Sara Schlechter**  
 Fachgruppe 2.2 Fachberatung der Bezirksregierungen  
 Landesinstitut für Arbeitsgestaltung des Landes Nordrhein-Westfalen, LIA.nrw





Abb. 1: Asphalt



Abb. 2: Schotter



Abb. 3: Verbundpflaster



Abb. 3: Kopfsteinpflaster

Um den Einfluss der Fahrbahn beurteilen zu können, wurden Messfahrten auf vier verschiedenen Oberflächen mit einer Mindestdauer von 180 Sekunden (nach DIN EN 1032) mit unterschiedlichen Beladungszuständen sowie verschiedenen Geschwindigkeiten durchgeführt.

Ausgewählt wurden folgende Fahrbahnoberflächen:

- ▶ Asphalt (siehe Abbildung 1)
- ▶ Schotter (siehe Abbildung 2)
- ▶ Verbundpflaster (siehe Abbildung 3)
- ▶ Kopfsteinpflaster (siehe Abbildung 4)

Im Rahmen des Ringversuchs wählten die Kooperationspartner von der Art her identische Messstrecken, die sich aber natürlich in der Gestalt unterschieden.

### Ergebnisse

Unter den im Projekt betrachteten Randbedingungen sind Vibrationen bei der Verwendung von Lastenpedelecs grundsätzlich anzunehmen und aufgrund der Expositionsdauer und -intensität in der Arbeitswelt als nicht vernachlässigbar zu betrachten. Die Auswertung der Messungen hat zudem folgende Annahmen bestätigt, die aufgrund von Erkenntnissen aus anderen Produktgruppen vermutet wurden:

- ▶ Je leichter die Fahrerin/der Fahrer, desto höher die Vibrationsbelastung.
- ▶ Die höchsten Schwingungswerte sind im unbeladenen Zustand zu erwarten.
- ▶ Je höher die Geschwindigkeit, desto höher das Ausmaß der Vibrationen.
- ▶ Die Belastung durch Ganzkörper-Vibrationen (z-Richtung dominierend) ist kritischer zu betrachten als jene, die auf das Hand-Arm-System wirken.
- ▶ Je niedriger der Reifendruck, desto geringer die Vibrationsbelastung.

Auf Grundlage der von allen Projektteilnehmern erhobenen Messdaten, lässt sich vermuten, dass Fahrten (bezogen auf das einspurige Lastenpedelec) auf einer intakten Asphaltfahrbahn für das Hand-Arm-System als unkritisch angesehen werden können, da weder die Auslöseschwelle (ALS) noch der Expositionsgrenzwert (EGW) der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung innerhalb von acht Stunden (bezogen auf die reine Fahrtzeit) erreicht werden, unabhängig von Fahrergewicht und Geschwindigkeit. Anders sieht es bei den Ganzkörper-Vibrationen (GKV) aus: Hierbei scheint eine Überschreitung der ALS nach wenigen Stunden Fahrtzeit wahrscheinlich, eine Überschreitung des EGW ist bei höheren Geschwindigkeiten (ab ca. 20 km/h) ebenfalls möglich. Höhere Schwingungswerte als auf Asphalt sind bei Fahrten auf Schotter zu erwarten. Hier ist mit Überschreitung der ALS für Hand-Arm-Vibrationen (HAV) bereits bei „ge-

ringeren“ Geschwindigkeiten, in diesem Fall von 15 km/h, zu rechnen. Bei der Betrachtung der GKV, kann sowohl die ALS als auch der EGW, je nach Geschwindigkeit und Fahrergewicht, nach weniger als zwei Stunden überschritten werden. Ähnliche Erkenntnisse ließen sich durch Messfahrten auf Verbundpflaster erlangen, wobei hier die Beschleunigungswerte noch höher ausfielen. Mit Abstand die höchsten Werte wurden, wie zu erwarten, auf Kopfsteinpflaster erreicht. Bezogen auf die HAV tritt eine Überschreitung des EGW bereits nach weniger als zwei Stunden reiner Fahrtzeit ein, im Falle der GKV wird der EGW sogar bereits nach wenigen Minuten erreicht. Subjektiv betrachtet ist eine mehrminütige Fahrt auf Kopfsteinpflaster mit einem nicht gefederten Lastenpedelec äußerst unkomfortabel und würde vom Fahrer/von der Fahrerin wahrscheinlich vermieden werden.

Im Vergleich zum einspurigen zeigte sich bei der Nutzung des mehrspurigen Lastenpedelecs unter den vorgegebenen Bedingungen eine höhere Vibrationsbelastung. Ob die Ursache grundsätzlich in der Art der Konstruktion liegt oder in diesem Fall vom Modell abhängt, lässt sich anhand der vorliegenden Erkenntnisse nicht eindeutig benennen.

Grundlegend ist als Ursache für derartige Vibrationsbelastungen bei der Nutzung von Lastenpedelecs mit Sicherheit die fehlende Federung zu nennen, was vermutlich konstruktive Gründe hat, da hohe Festigkeiten gefordert sind. Dabei würde gerade hinsichtlich der kritischer zu betrachtenden Ganzkörpervibrationen schon

eine gefederte Sattelstütze die Schwingungswerte deutlich reduzieren.

In diesem Projekt wurde nicht betrachtet, welche Distanzen, Geschwindigkeiten, Streckenprofile (inkl. Schlaglöcher, Bordsteinkanten, o.ä.) und Beladungen in der Praxis, beispielsweise für einen Briefzusteller, bei einer durchschnittlichen 8-Stunden-Schicht anzunehmen sind. Auch inwieweit ein gewisser „Gesundheitseffekt“ durch das Fahrradfahren mögliche Beeinträchtigungen aufgrund von Vibrationen kompensiert, wurde in diesem Projekt nicht betrachtet. Vielmehr war das Ziel aufzuzeigen, dass die Betrachtung von Vibrationen im Zusammenhang mit der Nutzung eines Lastenpedelecs, gerade zu gewerblichen Zwecken, nicht vernachlässigt bzw. unterschätzt werden darf, da die Grenzwerte der Lärm- und Vibrationsarbeitschutzverordnung überschritten werden können. Arbeitgeberinnen/Arbeitgebern wird empfohlen die notwendigen Vibrationswerte vom Hersteller bereits vor dem Kauf einzuholen, um diese mit den Angaben anderer Hersteller vergleichen und bereits vor der Verwendung maximale Einsatzzeiten grob abschätzen bzw. im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nutzen zu können. Hersteller müssen ihrer Pflicht nachkommen und Vibrationswerte im Sinne der Maschinenrichtlinie angeben. Aufgrund des Konkurrenzdruckes würden dann evtl. konstruktive Maßnahmen ergriffen, um die Vibrationswerte möglichst gering zu halten.

Nach dem endgültigem Abschluss (4. Quartal 2017) des Projekts wird der umfangreiche Bericht auf der Homepage des LIA.nrw [www.lia.nrw.de](http://www.lia.nrw.de) abrufbar sein. ■