

## 2. Fachgespräch

# Extra-aurale Wirkungen von Lärm bei der Arbeit

Themenschwerpunkt:

Subjektive Beurteilung von unerwünschtem Schall am Arbeitsplatz

Hrsg.: H. Sukowski<sup>1,2</sup>

baua: Fokus

**Wirkungen ungünstiger akustischer Bedingungen auf Beschäftigte lassen sich grundsätzlich mit unterschiedlichen Erhebungsmethoden erfassen. Stehen die extra-auralen Wirkungen, also die nicht gehörbezogenen Wirkungen, im Mittelpunkt des Interesses, dann können zur Untersuchung in der realen Arbeitsumgebung Befragungsinstrumente eingesetzt werden. Das klingt zunächst einfach. Aber ist es das auch? Können Ergebnisse aus unterschiedlichen Befragungen miteinander verglichen werden? Liefern die Ergebnisse auch Informationen, die im Hinblick auf die Gefährdungsbeurteilung von Bedeutung sind? Wie müssten Befragungen gestaltet sein, damit sie zuverlässige und vergleichbare Aussagen über die Wirkungen der akustischen Arbeitsumgebung liefern, aus denen auch Gestaltungsoptionen abgeleitet werden können? Diese und weitere Fragen wurden im Juni 2022 beim 2. Fachgespräch „Extra-aurale Wirkungen von Lärm bei der Arbeit“ in der BAuA in Dortmund in einem Kreis von Expertinnen und Experten diskutiert. Eine wesentliche Grundlage für die Diskussion waren die Beiträge externer Referenten und Referentinnen, die mit unterschiedlichen wissenschaftlichen Fragestellungen in ihrer Forschung Befragungsinstrumente einsetzen.**

### Inhalt

1	Einführung und Überblick .....	2
2	Die Multiple-Item Annoyance Scale (MIAS) zur Erfassung der Belästigung durch Umgebungslärm.....	6
3	Ecological Momentary Assessment – eine Methode zur Untersuchung der Lärmwirkung am Arbeitsplatz?.....	10
4	Bewertung der Lärm- und Vibrationsbelästigung am Arbeitsplatz - Beispiel Stadtreinigung.....	12
5	Lärmbelastung im Einzelhandel .....	16

<sup>1</sup> Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

<sup>2</sup> Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt jeweils bei den Autoren und Autorinnen der einzelnen Beiträge.

## 1 Einführung und Überblick

Helga Sukowski, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund

### Hintergrund - Motivation - Problemstellung

Im Oktober 2017 wurde in der BAuA in Dortmund ein erstes Fachgespräch zu „Extra-auralen Wirkungen von Lärm bei der Arbeit“ durchgeführt. Der Themenschwerpunkt bei diesem ersten Fachgespräch lag bei „Methoden zur Erfassung von Wirkungen und Bewertungen von Geräuschen“ (Zusammenfassung der Beiträge siehe [1]). Nach einer pandemiebedingten Auszeit für Präsenzveranstaltungen konnte im Juni 2022 ein 2. Fachgespräch zu extra-auralen Wirkungen von Lärm bei der Arbeit durchgeführt werden. Der Themenschwerpunkt lautete diesmal: „Subjektive Beurteilung von unerwünschtem Schall am Arbeitsplatz“.

Analog zum ersten Fachgespräch war auch diesmal die wesentliche Idee der Veranstaltung, Wissenschaftler(innen) und Akteure in der Lärmwirkungsforschung und im Arbeitsschutz, die sich aus unterschiedlichen Blickwinkeln mit dem Thema der Veranstaltung (also diesmal den subjektiven Beurteilungen) beschäftigen, zusammenzubringen, um dieses Thema gemeinsam zu erörtern.

Wesentliche Ziele dabei waren auch, zu diskutieren:

- inwieweit es notwendig ist, für den Arbeitskontext ein Erhebungsinstrument zu entwickeln, das trotz der großen Vielfalt an Tätigkeiten an vielen Arbeitsplätzen eingesetzt werden kann, und wie ein solches Instrument gestaltet sein müsste, um Lärmwirkungen im Arbeitskontext angemessen zu erfassen.
- inwieweit es nützlich wäre, ein solches Instrument so zu konstruieren, dass es auch als ein Modul für die Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastungen eingesetzt werden kann, um an Arbeitsplätzen mit akustisch ungünstigen Arbeitsbedingungen einen tieferen und genaueren Einblick in die konkrete Arbeitssituation und somit die möglichen Gefährdungen zu erhalten.

Die Beschäftigung mit diesen Fragen ist aus unterschiedlichen Blickwinkeln motiviert.

Im Projekt „Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt. Eine wissenschaftliche Standortbestimmung“ war als eine von 10 Empfehlungen festgehalten worden „Den technischen Arbeitsschutz weiterentwickeln und ergänzen“ ([2], S. 122). Im Hinblick auf die Gefährdungsbeurteilung wurde darauf hingewiesen, dass bei einer „klassischen“ Gefährdungsbeurteilung vorwiegend die technischen Arbeitsumgebungsfaktoren hinsichtlich der Risiken für die körperliche Gesundheit betrachtet würden und die psychischen Wirkungen eher vernachlässigt würden, während bei einer Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastungen vorwiegend die psychosozialen Faktoren betrachtet würden ([2], S. 122). Als Empfehlung wurde daher unter der genannten Überschrift formuliert:

*„Im Interesse der Gesamtbetrachtung der relevanten Einflüsse von Arbeitsbedingungen auf einen Beschäftigten sollte insbesondere die Lücke in der technisch geprägten Gefährdungsbeurteilung geschlossen und ein enger Informationsaustausch mit etwaigen zusätzlichen Aktivitäten zur psychischen Gefährdungsbeurteilung installiert werden.“ ([2], S. 122).*

Um im Hinblick auf den Faktor Lärm diese Lücke zu schließen, würde somit ein Befragungsinstrument gebraucht, das ggf. zusätzlich zur Gehörgefährdung auch gezielt die mit Lärm verbundenen psychischen Belastungen erfassen kann. Darüber hinaus wäre es sinnvoll, wenn das Befragungsinstrument auch Informationen über die psychischen Beanspruchungen sowie weitere extra-aurale Wirkungen von Lärm auf Beschäftigte liefern kann.

Die Notwendigkeit, sich um ein spezifisch für dieses Anliegen, also den Einsatz im Arbeitskontext, konstruiertes Erhebungsinstrument zu bemühen, lässt sich auch aus dem Scoping-Review ableiten, das im Rahmen des genannten Projektes zum Thema „Lärm“ verfasst wurde. In diesem Review kamen die Autoren Liebl und Kittel (2016) [3] nach der Sichtung von relevanten Veröffentlichungen zu dem Schluss:

*„Lärm bindet nachweislich kognitive Ressourcen, was bestenfalls durch vermehrte Anstrengung kompensiert werden kann. Er kann das Erregungsniveau beeinflussen und kurzfristig sogar eine positive Wirkung auf die Vigilanz haben, was aber längerfristig eine größere Erschöpfung bedingt. Lärm bedingt Störungen und Unterbrechungen bei der Arbeit, die als belastend empfunden werden. [...] Allerdings wurden diese Effekte nicht systematisch im Arbeitsumfeld untersucht. Ein Bezug wird eher argumentativ hergestellt“ ([3], S. 57).*

Auch wenn seit 2016 noch weitere Studienergebnisse hinzugewonnen werden konnten, so verdeutlicht dieses Zitat dennoch, dass die Erkenntnisse über die Wirkungen von Lärm oftmals gar nicht direkt im Arbeitskontext gewonnen wurden, so dass über die tatsächlich belastenden Bedingungen und die daraus resultierende Beanspruchung bei den Beschäftigten gar nicht so viel bekannt ist. Das Review hatte auch gezeigt, dass in den gesichteten Studien gerade das psychische Befinden oftmals nur begleitend zu den Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit erfasst wird ([3], S. 53).

Zudem wird häufig die große Vielfalt von Erhebungsinstrumenten bzw. die „Heterogenität der Operationalisierungen“ ([3], S. 49) konstatiert. Das gilt sowohl für den wissenschaftlichen Kontext als auch für die Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastungen. In beiden Kontexten stehen den Anwender(inne)n verschiedene Fragebögen sowie andere Erhebungsmethoden zur Verfügung. Da es aber kein Instrument gibt, das standardmäßig zu verwenden ist / verwendet wird, ist die Vergleichbarkeit der Ergebnisse aus verschiedenen Studien letztlich schwierig.

Ein Befragungsinstrument zu entwickeln, das auch mit dem Blick auf die Gefährdungsbeurteilung ausgerichtet ist, erscheint auch vor dem Hintergrund der Empfehlungen der „Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA)“ geboten. Im Dokument „Berücksichtigung psychischer Belastung in der Gefährdungsbeurteilung - Empfehlungen zur Umsetzung in der betrieblichen Praxis“ [4] wird Lärm als ein branchen- und tätigkeitsübergreifender Schlüsselfaktor genannt, der grundsätzlich in jeder Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastungen zu berücksichtigen ist. Lärm wird zwar in vielen Fragebögen, die für diesen Zweck in den letzten Jahren entwickelt wurden, berücksichtigt, manchmal jedoch nur mit einer einzigen Frage.

Die Lärmproblematik im Hinblick auf extra-aurale Wirkungen kann jedoch sehr komplex sein, da nicht nur der Schalldruckpegel, sondern vielfältige akustische, nicht-akustische, situative und individuelle Faktoren die erlebte Wirkung beeinflussen. Wenn sich also bei einem ersten Screening zeigt, dass an einem Arbeitsplatz eine akustisch ungünstige Situation vorliegt, dann könnte ein speziell für die Lärmproblematik konstruiertes Befragungsinstrument, das in Ergänzung zu den in der ASR A3.7 [5] beschriebenen Verfahren zur Beurteilung der Gefährdungen durch Lärm (z. B. Ermittlung der raumakustischen Kennwerte durch Messung) eingesetzt wird, Licht in diese komplexe Situation bringen und ggf. über die Pegelreduktion hinaus weitere Ansatzpunkte für Gestaltungsmaßnahmen liefern.

Wie bedeutsam es ist, Beschäftigte nach ihrer Einschätzung der akustischen Bedingungen zu fragen, zeigen auch die Ergebnisse aus eigenen Studien. In einer ersten Studie in einem laufenden Projekt [6] zur Wirkungen von Lärm auf kognitive Leistungen und das Wohlbefinden hatte sich bereits gezeigt, dass die Bearbeitung einer Leseaufgabe in einer Sprachgeräusch-

bedingung mit signifikant höherer Anstrengung, geringerer Konzentration, geringerer selbst-eingeschätzter Leistung und höherer Störung verbunden ist, als die Bearbeitung der Aufgabe in einer Ruhebedingung [7]. Die ersten Ergebnisse einer zweiten Studie in diesem Projekt zeigen bislang ein ähnliches Resultat für diese subjektiven Einschätzungen [8].

Es gibt somit viele gute Gründe, sich gründlich mit den eingangs gestellten Fragen zu beschäftigen, um die Situation von Beschäftigten hinsichtlich der Lärmproblematik angemessen zu erfassen und somit auch gute Ansatzpunkte für Gestaltungsoptionen und damit die Optimierung der akustischen Umgebung zu erhalten.

### Die Beiträge zum Fachgespräch am 29. Juni 2022

Um die beschriebene Thematik aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten, waren externe Referenten und Referentinnen eingeladen, beim Fachgespräch über ihre Arbeiten zu berichten. Ziel dabei war es einerseits, zu erfahren, wie in anderen Bereichen (Hörakustik / Hörforschung; Umweltlärm) subjektive Beurteilungen erfasst werden, welche Entwicklungsschritte bei der Konstruktion der Erhebungsinstrumente durchlaufen wurden und welche Erfahrungen es aus den bisherigen Anwendungen gibt. Andererseits war es auch von Interesse, Studien anzuschauen, die subjektive Beurteilungen bereits direkt im Arbeitskontext erfasst haben, um aus diesen Erkenntnissen lernen zu können und sie als Basis für weitere Entwicklungen zu berücksichtigen.

Nachfolgend sind die Titel der Vorträge, sowie die Expertinnen und Experten genannt, die sich freundlicherweise bereiterklärt haben, dieses Fachgespräch mit ihren wissenschaftlichen Beiträgen zu unterstützen.

*Die Multiple-Item Annoyance Scale (MIAS) zur Erfassung der Belästigung durch Umgebungslärm.* Dirk Schreckenber, ZEUS GmbH, Hagen.

*Ecological Momentary Assessment – eine Methode zur Untersuchung der Lärmwirkung am Arbeitsplatz?* Inga Holube, Petra von Gablenz und Jörg Bitzer, Institut für Hörtechnik und Audiologie, Jade Hochschule, Oldenburg.

*Bewertung der Lärm- und Vibrationsbelästigung am Arbeitsplatz - Am Beispiel Stadtreinigung.* Ercan Altinsoy, Professur für Akustik und Haptik, Technische Universität Dresden.

*Lärmbelastung im Einzelhandel – Ein Kooperationsprojekt von IFA, IAG und BGHW.* Florian Schelle, Jan Selzer, Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA), St. Augustin; Anne Gehrke, Institut für Arbeit und Gesundheit der DGUV (IAG), Dresden.

Die Inhalte der Vorträge sind in diesem BAuA Fokus auf den folgenden Seiten zusammengefasst. Die beim Fachgespräch anwesenden Expertinnen und Experten hatten sich zudem bereiterklärt, ihre Verfahren in einem Praxisteil der Veranstaltung zum Anschauen und Ausprobieren mitzubringen. Dieses Angebot, das bereits beim ersten Fachgespräch gut angenommen worden war, wurde auch diesmal intensiv genutzt und hat den fachlichen Austausch und die Diskussion bereichert.

### Diskussion

In der Gesamtdiskussion waren sich alle Beteiligten einig, dass es sinnvoll und nützlich wäre, ein solches Erhebungsinstrument zu entwickeln, das branchen- und tätigkeitsübergreifend zur subjektiven Beurteilung von unerwünschtem Schall am Arbeitsplatz eingesetzt werden kann. Es bestand ebenso Einigkeit darin, dass ein solches Erhebungsinstrument mehrstufig, modular oder verzweigend gestaltet sein sollte, um ein im Verhältnis zur konkreten Situation

angemessenes Maß an Informationen zu erhalten. Für die konkrete Ausgestaltung der Mehrstufigkeit, Verzweigung oder von Modulen gab es bereits spontan erste Ideen, die jedoch noch genauer diskutiert werden müssten.

Es wurde ebenso diskutiert, inwieweit *Ecological Momentary Assessment* (vgl. Kapitel 3) sich eignen würde, Befragungen im realen Arbeitskontext durchzuführen, um so gezielt die Information zu erhalten, wann bei welcher Tätigkeit welches Geräusch in welchem Ausmaß stört/beeinträchtigt/belästigt. Technisch wäre dabei eine mehrstufige, modulare oder verzweigende Gestaltung möglich.

Die Diskussion hat auch verdeutlicht, dass im Arbeitskontext immer auch die Unterscheidung zwischen Belastung und Beanspruchung zu bedenken ist, weil sich diese Unterscheidung auch im Frageformat abbilden muss (vgl. auch Kapitel 5). Während die Gefährdungsbeurteilung zunächst auf die Belastungen schaut, sind die extra-auralen Wirkungen die Beanspruchungen, die die Beschäftigten aufgrund der gegebenen Belastungen erleben. Es sollte daher immer nachvollziehbar sein, worauf sich die Antwort der Befragten bezieht. Wenn eine Befragung auch das Ziel hat, konkrete Gestaltungsoptionen herauszuarbeiten, dann scheint die Berücksichtigung der Beanspruchungen besonders wichtig.

Bezüglich der Geräuschbelastung wurde auch das Thema bzw. die Rolle der psychoakustischen Größen angesprochen. Allen Teilnehmenden ist dieses Thema gut bekannt und das Wissen darum, dass die nachteilige Wirkung eines Schallereignisses nicht nur vom Schalldruckpegel des Geräusches abhängt, sondern – und das gilt vor allem für Geräusche im mittleren Pegelbereich – die psychoakustischen Größen eine wichtige Rolle dabei spielen, ob ein Geräusch als störend/beeinträchtigend erlebt wird. Um die psychoakustischen Größen angemessen zu berücksichtigen wurde in der Diskussion empfohlen, sie nicht nur in das Befragungsinstrument einzubeziehen, also nach bestimmten Geräuscheigenschaften zu fragen, sondern, sie immer auch zur Beschreibung des Geräusches, also zur Beschreibung der akustischen Umgebung, zu verwenden.

Die Teilnehmenden waren sich einig darüber, dass es wichtig ist, das Thema des Fachgesprächs und die Frage nach einem Erhebungsinstrument für den Arbeitskontext gemeinsam weiter im Blick zu behalten und die Diskussion über die spezifischen Anforderungen, die detaillierte Ausgestaltung und die erforderlichen Entwicklungsschritte eines solchen Erhebungsinstrumentes fortzusetzen.

### **Danksagung**

Herzlicher Dank an die Vortragenden und an die weiteren Autorinnen und Autoren der Beiträge. Vielen Dank auch für die Möglichkeit, die Erhebungsinstrumente anschauen und ggf. ausprobieren zu können. Ein herzliches Dankeschön ebenso an alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Fachgesprächs für die kollegiale und konstruktive Diskussion und die Bereitschaft, dieses Thema auch zukünftig gemeinsam im Blick zu behalten.

Ebenso danke ich meinen Kolleginnen Carla Kniewel und Nina Ahrweiler, die mich bei der Vorbereitung der Veranstaltung auf verschiedenerelei Art unterstützt haben und die während der Veranstaltung für alle organisatorischen Fragen ansprechbar waren.

## Literatur

- [1] Sukowski, H. (Hrsg.). 1. Fachgespräch Extra-aurale Wirkungen von Lärm bei der Arbeit. Themenschwerpunkt: Methoden zur Erfassung von Wirkungen und Bewertungen von Geräuschen (buaa: Fokus). 1. Auflage. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2018. [www.buaa.de/DE/Angebote/Publikationen/Fokus/Extra-aurale-Wirkungen-von-Laerm.html](http://www.buaa.de/DE/Angebote/Publikationen/Fokus/Extra-aurale-Wirkungen-von-Laerm.html). DOI: 10.21934/buaa:fokus20180517
- [2] Rothe, I., Adolph, L., Beermann, B., Schütte, M., Windel, A., Grewer, A., Lenhardt, U., Michel, J., Thomson, B., Formazin, M. Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt – Wissenschaftliche Standortbestimmung. 1. Aufl. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2017. [www.buaa.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/Psychische-Gesundheit.html](http://www.buaa.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/Psychische-Gesundheit.html). DOI: 10.21934/buaa:bericht20170421
- [3] Liebl, A., Kittel, M. Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt – Lärm. 1. Auflage. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2016. [www.buaa.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2353-4a.html](http://www.buaa.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2353-4a.html)
- [4] Berücksichtigung psychischer Belastung in der Gefährdungsbeurteilung – Empfehlungen zur Umsetzung in der betrieblichen Praxis. 4., vollständig überarbeitete Auflage. Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie, Arbeitsprogramm Psyche (Hrsg.), 2022. [www.gda-psyche.de/SharedDocs/Publikationen/DE/broschuere-empfehlung-gefaehrungsbeurteilung.html?nn=689294](http://www.gda-psyche.de/SharedDocs/Publikationen/DE/broschuere-empfehlung-gefaehrungsbeurteilung.html?nn=689294)
- [5] Technische Regeln für Arbeitsstätten – Lärm (ASR A3.7). GMBI 2021; 24: 543-556. [www.buaa.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/ASR-A3-7.html](http://www.buaa.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/ASR-A3-7.html)
- [6] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Einfluss der akustischen Arbeitsumgebung auf die Leseleistung und das Wohlbefinden von Beschäftigten – Eine laborexperimentelle Untersuchung. [www.buaa.de/DE/Aufgaben/Forschung/Forschungsprojekte/f2427.html](http://www.buaa.de/DE/Aufgaben/Forschung/Forschungsprojekte/f2427.html)
- [7] Sukowski, H. (2022). Subjektive Einschätzungen zur Bearbeitung einer Leseaufgabe in Ruhe und mit einem Hintergrundgeräusch. Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Umweltmedizin 57(9), S. 509-518. DOI: 10.17147/asu-1-211456
- [8] Sukowski, H. (2022). Subjective assessments of interference during cognitive tasks in noisy and silent working conditions. In: Proceedings of 51st International Congress and Exposition on Noise Control Engineering. (Inter-noise 2022). Glasgow: 8 Seiten

## 2 Die Multiple-Item Annoyance Scale (MIAS) zur Erfassung der Belästigung durch Umgebungslärm

Dirk Schreckenberg, ZEUS GmbH, Zentrum für angewandte Psychologie, Umwelt- und Sozialforschung, Hagen

### Einordnung der Lärmbelästigung

Die Lärmbelästigung ist eine weit verbreitete Wirkung von Umgebungslärm. Jährlich gehen in Westeuropa durch Umgebungslärm rund 1,6 Mio. beschwerdefreie Lebensjahre verloren (Weltgesundheitsorganisation, WHO, 2011), darunter 654.000 Jahre durch starke Lärmbelästigung.

Während in deutschen Rechtsvorschriften die erhebliche Lärmbelastigung von lärmbedingten Gesundheitsgefahren unterschieden wird (u.a. §1 und §3 des Bundesimmissionsschutzgesetzes), betrachtet die WHO die (erhebliche) Belästigung als Teil der gesundheitsbezogenen Auswirkungen (WHO, 2018). Dies ergibt sich zum einen aus der WHO-Definition von Gesundheit als Zustand des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlergehens (WHO, 1946). Zum anderen mehrten sich Hinweise, dass die Lärmbelastigung Teil der stressbezogenen Wirkungskette lärminduzierter körperlicher und psychischer Erkrankungen ist (Benz et al., 2021).

### Lärmbelastigungserfassung vor / ab 2001

Guski et al. (1999) gingen der Frage der Definition der Lärmbelastigung nach und führten hierzu eine Literaturlanalyse und Experteninterviews durch. Sie listen eine Vielzahl von Definitionen auf, in denen die Lärmbelastigung konzeptualisiert ist als Resultat von Störungen durch Lärm, eine Emotion, eine Einstellung gegenüber einer Lärmquelle, das Wissen über Wirkungen des Lärms oder als Ergebnis einer rationalen Entscheidung.

Über Jahrzehnte wurde die Lärmbelastigung vielfältig erfasst: als zusammenfassender Score von Fragen zur Gestörtheit von Lärm, als Antwort auf eine Einzelfrage, durch Abfrage verschiedener Begriffe mit Hilfe unterschiedlicher mehrstufiger Ratingskalen. Generalisierte Expositions-Wirkungsbeziehungen zum Prozentanteil hoch belastigter Personen, d.h. Personen, die Lärmbelastigungsurteile in einem definierten oberen Bereich der jeweils verwendeten Ratingskala abgaben, wurden anhand von Meta- und Reanalysen von Originalstudien gewonnen (e.g. Miedema & Oudshoorn, 2001). Entsprechend der unterschiedlichen Belästigungserfassung fußen trotz standardisierter, mathematischer Transformation der Belästigungsurteile, die Expositions-Wirkungsfunktionen auf einer recht heterogenen konzeptuellen Basis.

Dies änderte sich mit internationalen Standardisierungsbestrebungen, die 2003 in die Technische Spezifikation ISO/TS 15666 (mit Revision in 2021) mündeten. Inzwischen liegen viele Feldstudien mit Erhebung der Lärmbelastigung entsprechend dem ISO/TS 15666-Standard vor. Den Empfehlungen nach wird die Lärmbelastigung in Befragungen bezogen auf einen längeren zurückliegenden Zeitraum (z.B. 12 Monate) mittels Verwendung einer 5-stufigen verbalen Ratingskala und einer 11-stufigen numerischen Skala von 0 bis 10 erfasst.

### Elemente der Lärmbelastigung

Dem Vorteil einer standardisierten Belästigungserfassung, die die Vergleichbarkeit von Studienergebnissen sowie Meta-Analysen und deren Interpretation erleichtert, steht der Nachteil gegenüber, dass zwei Einzelfragen (Items) die verschiedenen Facetten des Konzepts der Lärmbelastigung unzureichend abbilden.

Als Konsequenz liegt der Entwicklung der Lärmbelastigungsskala MIAS, der *Multiple-Items Annoyance Skala*, der Gedanke zugrunde, dass ein Erhebungsinstrument erforderlich ist, das die verschiedenen Facetten der Lärmbelastigung erfasst. Zudem wird angenommen, dass nur mit einer differenzierten Lärmbelastigungserfassung mögliche unterschiedliche Zusammenhänge der Belästigungsfacetten mit akustischen und nicht-akustischen Co-Determinanten erkannt werden können.

Guski et al. (1999) identifizierten definitionsübergreifend drei Komponenten der Lärmbelastigung:

1. Wiederholtes Erlebnis von Störungen und das Bemühen, Maßnahmen dagegen zu ergreifen,
2. affektive Reaktion auf den Lärm und durch ihn hervorgerufene Störungen,
3. die Einsicht, nichts oder kaum etwas dagegen tun zu können (Kontrollverlust).



### Entwicklung des MIAS-Scores der Lärmbelästigung

Mit der MIAS-Skala wird die Lärmbelästigung als ein multi-dimensionales Konstrukt bestehend aus den Komponenten der wahrgenommenen Störungen, affektiven Reaktionen und eines wahrgenommenen Kontrollverlusts erfasst. MIAS ist eine aus 7 Items bestehende Kurzskala, die in Feldstudien zur Lärmwirkung neben anderen Fragen bei handhabbarer Gesamtfragebogenlänge eingesetzt werden kann. MIAS ist quellenspezifisch konzipiert, d.h. es wird die Belästigung durch den Lärm einer bestimmten Quellenart (z.B. Fluglärm, Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm) erfasst.

Die Skala wurde anhand von Daten der NORAH-Studie zur Verkehrslärmwirkung in Flughafenregionen entwickelt und validiert (Schreckenberget al., 2018). Die NORAH-Studie umfasst mehrere voneinander unabhängige Befragungsstichproben an den Flughäfen Frankfurt, Köln/Bonn, Berlin-Brandenburg und Stuttgart. Die Skala wurde mit einer Stichprobe am Flughafen Frankfurt bezogen auf die Fluglärmelastigung entwickelt und mit Stichprobendaten an den übrigen Flughäfen validiert. Ebenso wurden die psychometrischen Eigenschaften von MIAS an Stichproben zur Belastigung durch Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm geprüft.

Auf Basis einer explorativen Faktorenanalyse und inhaltlichen Überlegungen wurden 7 Items ausgewählt. Drei Items beziehen sich auf die Störungskomponente (F1), drei weitere auf den wahrgenommenen Kontrollverlust bzw. Mangel an Lärmbewältigungsvermögen (F2). Für die Komponente "affektive Reaktionen" standen keine Items zur Verfügung. Stattdessen wurde das mittels der 5-stufigen ICBEN-Verbalskala erhobene Belastigungsurteil als siebtes Item ausgewählt. Die Faktorenstruktur dieser sieben Items wurde in allen o.g. NORAH-Stichproben geprüft und der hierarchische Aufbau des Lärmbelastigungskonstrukts bestätigt. Tabelle 1 zeigt die Items der MIAS-Skala und deren Faktorzugehörigkeit.

**Tab. 1:** Items der MIAS-Skala zur Lärmbelastigung und deren Faktorzugehörigkeit (Schreckenberget al., 2018)

Faktor	Item	Antwortskala
F 1 - Disturbances	Wie stark hat Sie der [...x...]-Lärm in den letzten 12 Monaten in den folgenden Situationen insgesamt gestört? <ul style="list-style-type: none"> <li>• bei Unterhaltung/Telefonieren in der Wohnung</li> <li>• bei Radio/Musikhören und Fernsehen</li> <li>• beim Lesen, Nachdenken oder Konzentrieren</li> </ul>	1 überhaupt nicht 2 etwas 3 mittelmäßig 4 stark oder 5 äußerst ... gestört
F2 – Lack of coping capacity	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ich kann mich gegen [...x...]-Lärm ganz gut schützen</li> <li>• Wenn es mir zu laut wird, mache ich einfach die Fenster zu, und dann stört es mich nicht mehr</li> <li>• Manchmal fühle ich mich dem [...x...]-Lärm richtig ausgeliefert</li> </ul>	Stimme ... zu 1 nicht 2 wenig 3 mittelmäßig 4 ziemlich 5 sehr
ICBEN Noise annoyance	Wenn Sie einmal an die letzten 12 Monate dort bei Ihnen denken: Wie stark haben Sie sich <b>durch Lärm vom .../von [...x...]</b> bei Ihnen zu Hause insgesamt gestört oder belästigt gefühlt?	1 überhaupt nicht 2 etwas 3 mittelmäßig 4 stark oder 5 äußerst ... gestört oder belästigt



### MIAS und potenzielle Einflussfaktoren, Change-Effekt

Der MIAS-Gesamtscore und der Faktor F1 "Disturbances" hängen stärker mit quellenspezifischen Geräuschpegeln zusammen als das ICBEN-Einzelitem und der Faktor F2 "Lack of coping capacity" (Schreckenberget al., 2018). Der Faktor F2 zusammen mit dem MIAS-Gesamtscore wiederum korreliert stärker als der Faktor F1 und das ICBEN-Einzelitem mit solchen Befragungsangaben, die inhaltlich als Einschätzung verfügbarer Ressourcen zur Lärmbewältigung – Gesundheitszustand, Lärmempfindlichkeit, Unterstützung durch Dritte (Vertrauen in Verantwortliche) und Kontrollierbarkeit möglicher Gefahren durch die Lärmquelle – verstanden werden können.

Ferner zeigt sich, dass insbesondere bei Erhöhung der Geräuschbelastung (z.B. durch Flughafen ausbau) der sogenannte Change-Effekt (ein Exzess in der Lärmreaktion in Richtung der Änderung der Geräuschbelastung) bei dem Faktor F1 "Disturbances" geringer und bei dem Faktor F2 "Lack of coping capacity" stärker ausfällt (Schreckenberget al., 2019). Das deutet darauf hin, dass der Change-Effekt weniger eine Frage der Neubewertung des Geräusches als der erwarteten Änderung in der wahrgenommenen Kontrolle der künftigen Lärmsituation ist.

### Fazit zur MIAS-Skala

Es zeigt sich insgesamt also, dass sich eine differenzierte Betrachtung des Konstrukts Lärmbelastung lohnt, da Einflussfaktoren der Lärmbelastung auf die unterschiedlichen Komponenten verschieden wirken und die Erkenntnisse hierzu zu optimierten Interventionen führen können, die neben der technisch-akustischen Minderung der Geräuschbelastung auch begleitende Maßnahmen (Information, Beteiligungsmöglichkeiten, Verbesserung des Kontextes der Lärmsituation) einschließen. Die MIAS-Skala stellt *eine* Möglichkeit der differenzierten Lärmbelastungserfassung dar.

### Literatur

Benz, S., Kuhlmann, J., Ohlenforst, B., Bartels, S., Jeram, S., & Schreckenberget D. (2021). The role of noise annoyance for health-related effects of aircraft noise and recommendations for interventions. Proceedings of Euronoise 2021. Madeira, Portugal, 25-27 October 2021.

Guski, R., Felscher-Suhr, U., Schuemer, R. (1999). The concept of noise annoyance: How international experts see it. Journal of Sound and Vibration, 223, 513-527.

ISO/TS15666:2021. (2021). Acoustics - Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys. Geneva; Switzerland.

Miedema, H.M.E. & Oudshoorn, C.G.M (2001). Annoyance from transportation noise: relations with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. Environmental Health Perspectives, 109(4), 409-416.

Schreckenberget D., Belke, B., Spilski, J. (2018). The development of a multiple-item annoyance scale (MIAS) for transportation noise annoyance. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(5), 971; DOI:10.3390/ijerph15050971.

Schreckenberget D., Guski, R., Haubrich, J. & Spilski, J. (2019). Assessment of the impact of changes in noise exposure at an expanding airport by means of the multiple item aircraft noise annoyance scale (MIAS). Proceedings of ICA 2019. Aachen, Germany: International Congress on Acoustics 9-13 September 2019. DOI:10.18154/RWTH-CONV-239852.

World Health Organization (WHO) (1946). Constitution of the World Health Organization. New York: WHO.

World Health Organization (WHO). (2011). Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe. Copenhagen, Denmark: WHO Regional Office for Europe. Zugriff am 15.12.2016. Verfügbar unter [www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/136466/e94888.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf).

World Health Organization (WHO). (2018). Environment noise guidelines for the European region. Copenhagen, Denmark: WHO Regional Office for Europe. Verfügbar unter [www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf).

### 3 Ecological Momentary Assessment – eine Methode zur Untersuchung der Lärmwirkung am Arbeitsplatz?

Inga Holube, Petra von Gablenz und Jörg Bitzer, Institut für Hörtechnik und Audiologie, Jade Hochschule, Oldenburg

#### Einleitung

In der Hörforschung werden Ton- und Sprachtests zur Diagnostik und zur Überprüfung von technischen Hörsystemen (Hörgeräte, Implantate) eingesetzt. Es stellt sich jedoch die Frage, was die Testergebnisse, die in akustisch besonders behandelten Testräumen erhoben werden, über die alltäglichen Hörprobleme von Menschen mit Schwerhörigkeit aussagen. Diese Übertragbarkeit von Laborergebnissen in den Alltag wird mit dem Begriff ökologische Validität benannt: „In hearing science, ecological validity refers to the degree to which research findings reflect real-life hearing-related function, activity, or participation.“ (Keidser et al., 2020). Eine Möglichkeit zur Bewertung von Alltagssituation sind Fragebögen, die rückwirkend, z. B. für die letzten vier Wochen, ausgefüllt werden. Durch die Rückschau über einen längeren Zeitraum ergeben sich jedoch Probleme, darunter erinnerungsbedingte Verzerrungen und eine begrenzte Kontextsensitivität (siehe z. B. Bradburn et al., 1987; Kahneman, 1999). Eine Möglichkeit, diesen Problemen mit retrospektiven Fragebögen zu begegnen, ist Ecological Momentary Assessment (EMA).

#### Ecological Momentary Assessment

EMA bezeichnet eine Methode, mit der Daten über die aktuellen Zustände in natürlichen Umgebungen durch mehrfach wiederholte Befragungen über einen längeren Zeitraum in Echtzeit erhoben werden (Stone et al., 2007). Die Methode wird auch als Ambulatory Assessment oder Experience Sampling bezeichnet und erfährt durch die Verfügbarkeit von Smartphones eine dynamische Entwicklung. Subjektive Bewertungen können mit EMA in individuell relevanten Situationen erfasst und mit objektiven Daten, z. B. den akustischen Charakteristika in den bewerteten Situationen, kombiniert werden. In der Hörforschung wird EMA eingesetzt, um z. B. Probleme und Einschränkungen von Personen mit Hörproblemen in ihrer Vielfalt zu erfassen oder technische Hörsysteme zu evaluieren (Holube et al., 2020). Aber auch ein Einsatz zur Untersuchung der extra-auralen Wirkung von Lärm bei der Arbeit erscheint naheliegend.

#### Das EMA-System olMEGA

Das von den Autoren entwickelte System olMEGA besteht aus zwei omnidirektionalen Mikrofonen, die an Brillenbügeln befestigt und von dort wieder rückstandsfrei entfernt werden können. Von den Mikrofonen führen Kabel zu einer Übertragungseinheit, die über Bluetooth Stereo-Signale an ein Android-Smartphone sendet. Dadurch können akustische Feature über den ganzen Tag gespeichert werden. Die Feature beinhalten neben der Null-Durchgangsrate der Audiosignale geglättete Pegel und Spektren, so dass eine Rekonstruktion der Audiosignale unmöglich und die Privatsphäre gewährleistet ist (Bitzer et al., 2016), während gleichzeitig

die Hintergrundakustik sicher erfasst wird. Die auf dem Smartphone installierte App bietet eine flexible Implementation von Befragungen, die durch einfache und wenige Fragen und Antwortoptionen gekennzeichnet ist (Kowalk et al., 2020). Informationen zu Software und Hardware sind mit einer Open-Source-Lizenz unter <https://github.com/ol-MEGA> erhältlich. Mit Werkzeugen zur Datenextraktion können Übersichten zu der Datenqualität, den akustischen Features und den Bewertungen erstellt werden.

### Anwendungen von olMEGA

Ein wichtiges Ergebnis von EMA-Studien ist die Analyse der subjektiven Bewertungen. Von Gablenz et al. (2021) erfassten z.B. die Orte und Aktivitäten und verglichen u. a. die Beurteilungen von Lautheit, Sprachverstehen und Höranstrengung von älteren Menschen mit und ohne Hörgeräteversorgung in verschiedenen Hörsituationen des täglichen Lebens. In einer anderen Gruppe älterer Teilnehmer\_innen konnte gezeigt werden, dass sie sich häufig in relativ ruhigen Umgebungen zu Hause aufhielten. Waren sie jedoch unterwegs, in Gesellschaft oder auch am Arbeitsplatz, so stieg – nach Maßgabe der subjektiven Bewertungen - die Lautheit, aber auch die Wichtigkeit guten Hörens und die Höranstrengung an. Dabei konnte nicht nur ein Zusammenhang zwischen Höranstrengung und Lautheit, sondern auch ein Zusammenhang zwischen Höranstrengung und der Wichtigkeit guten Hörens nachgewiesen werden.

Aus den objektiven akustischen Features kann der kalibrierte Schalldruckpegel breitbandig und in Oktav- bzw. Terzfiltern zeitabhängig bestimmt werden. Durch Kombination mit den subjektiven Bewertungen ist es möglich, die Spektren den Orten und Aktivitäten der Teilnehmer\_innen zuzuordnen und damit ein akustisches Profil des Alltags zu erstellen. Darauf aufbauend sind weitere Offline-Analysen möglich. Eine Anwendung ist die Identifikation von Zeiträumen, in denen die Teilnehmer\_innen selbst gesprochen haben (Eigensprache). Bei geringen Umgebungspegeln und hohem Anteil an Eigensprache hat diese einen großen Einfluss auf die mit olMEGA bestimmten Pegel. Von Pohlhausen et al. (2022) wurde für die Teilnehmer aus von Gablenz et al. (2021) ein durchschnittlicher Anteil an Eigensprache über den Tag von ca. 10% ermittelt. Die durchschnittliche Pegeländerung, die sich nach Ausschluss der Datensegmente mit Eigensprache ergab, betrug über den gesamten Tag lediglich ca. 1,3 dB. Jedoch konnten Pegeländerungen von bis zu 14 dB für Zeitabschnitte mit geringen Umgebungspegeln und einem hohen Anteil an Eigensprache beobachtet werden.

### Fazit

EMA ermöglicht eine Bewertung von Alltagssituationen durch eine Kombination aus subjektiven Beurteilungen und objektiven akustischen Daten unter Berücksichtigung der Privatsphäre. In der Hörforschung wird der Methode zunehmend Beachtung geschenkt und zur Ergänzung von Messungen unter kontrollierten Bedingungen im Labor eingesetzt. Die nächsten Schritte umfassen die Implementation weiterer Analysen z.B. Klassifikation der Hörsituation, Identifikation von Ziel-Schallquelle und Hintergrund-Geräuschen sowie das Poolen von Daten verschiedener Studien in einer gemeinsamen Datenbank. Der Einsatz der Methode zur Beurteilung von unerwünschtem Schall am Arbeitsplatz würde das Spektrum bisheriger EMA-Anwendungen erweitern.

### Literatur

Bitzer, J., Kissner, S. & Holube, I. (2016). Privacy-aware acoustic assessments of everyday life. *J Audio Eng Soc*, 64, 395-404.

Bradburn, N. M., Rips, L. J. & Shevell, S. K. (1987). Answering autobiographical questions: The impact of memory and inference on surveys. *Science*, 236, 157-161.

Holube, I., von Gablenz, P. & Bitzer, J. (2020). Ecological momentary assessment in hearing research: Current state, challenges, and future directions. *Ear and Hearing*, 41(Suppl. 1), 79S-90S.

Kahneman, D. (1999). Objective happiness. In: Kahneman D, Diener E, Schwarz N, editors. *Well-Being: The foundation of hedonic psychology*. Russel Sage Foundation, 85-105.

Keidser, G., Naylor, G., Brungart, D., Caduff, A., Campos, J., Carlile, S., Carpenter, M., Grimm, G., Hohmann, V., Holube, I., Launer, S., Lunner, T., Mehra, R., Rapport, F., Slaney, M. & Smeds, K. (2020). The quest for ecological validity in hearing science: What it is, why it matters, and how to advance it. *Ear and Hearing*, 41(Suppl. 1), 5S-19S.

Kowalk, U., Franz, S., Groenewold, H., Holube, I., von Gablenz, P. & Bitzer, J. (2020). oMEGA: An open source android solution for ecological momentary assessment. *GMS Z Audiol (Audiol Acoust)*, 2:Doc08, 1-9.

Pohlhausen, J., Holube, I. & Bitzer, J. (2022) Near-ear sound pressure level distribution in everyday life considering the user's own voice and privacy. *Acta Acustica*, 6, 40, 1-11.

Stone, A. A., Shiffman, S. & Atienza, A. A. (2007) *The science of real-time data capture – self-reports in health research*. Oxford University Press.

von Gablenz, P., Kowalk, U., Bitzer, J., Meis, M. & Holube, I. (2021) Individual hearing aid benefit in real life evaluated using ecological momentary assessment. *Trends in Hearing*, 25, 1-18.

## 4 Bewertung der Lärm- und Vibrationsbelästigung am Arbeitsplatz - Beispiel Stadtreinigung

M. Ercan Altinsoy, Professur für Akustik und Haptik, Technische Universität Dresden

Die Fahrzeugflotte von Stadtreinigungsbetrieben besteht aus verschiedenen Fahrzeugen, die nahezu das Gesamtspektrum des Fahrzeugmarktes abbilden. Insbesondere spielen dort Nutzfahrzeuge wie Abfallsammlungsfahrzeuge und Kehrmaschinen eine wichtige Rolle. Seit 2013 führen wir mit der Stadtreinigung Dresden verschiedene Forschungsprojekte, die besonders Lärm- und Vibrationsbelästigung in und von diesen Nutzfahrzeugen untersuchen (1, 2, 3, 4), durch.

Die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutz-Verordnung definiert die maximal zulässigen Expositionswerte sowie die unteren und oberen Auslösewerte für die Beurteilung des Lärms in diesen Fahrzeugen. Diese Verordnung definiert auch die Rahmenbedingungen für Messungen, Bewertungen, Beurteilungen und Maßnahmen bei einer Wertüberschreitung. Die Beurteilung der Immissionssituation wird dabei auf Basis eines energetischen Mittelwertes für den A-bewerteten Schalldruckpegel bzw. die W-bewertete Vibrationsstärke für eine 8-Stunden-Schicht durchgeführt. Die Beurteilungen der Gefährdungen durch Lärm und durch Vibrationen werden getrennt erledigt. Allerdings wirken Lärm und Vibrationen in solchen Arbeitsplätzen oftmals gleichzeitig auf den Menschen. Obwohl die Verordnung einen Hinweis über mögliche Interaktionseffekte für die kombinierte Wirkung von Vibration und Lärm gibt, definiert sie keine speziellen Berechnungsmodelle bzw. keine speziellen Grenzwerte für solche bimodale Situationen. Die wichtigen Ziele unserer Forschungsarbeiten sind die Untersuchung der Interaktion von Lärm und Vibration am Arbeitsplatz, die Definition von

neuartigen Berechnungsmethoden für die bimodalen Situationen und die Entwicklung von einer geeigneten Arbeitsplatzbefragung.

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden die Schall- und Schwingungssignale von 7 großen und kleinen Kehrmaschinen und 4 Abfallsammelfahrzeugen in der Fahrerkabine aufgenommen (Abbildung 1). Die Analyse der Messungen zeigt, dass die Schalldruckpegel für einzelne Messabschnitte zwischen 67 und 84 dB(A) liegen. Gleichzeitig befinden sich die Beschleunigungswerte von auftretenden Ganzkörperschwingungen im Bereich von 0,1 bis 1,3 m/s<sup>2</sup> (Wk-bewertet). Beide Größen haben relativ hohe Werte. Aber diese Werte liegen immer noch unter den kritischen Grenzwerten. Die Untersuchungsfrage ist, wie das Geräusch und die Schwingung zusammen auf den Fahrer wirken? Die von dem Geräusch und den Ganzkörperschwingungen gemeinsam erzeugte Gesamtlästigkeit ist bei einem multimodalen Versuch untersucht worden.



**Abb. 1** Beispiele untersuchter Kehrmaschinentypen

Insgesamt einunddreißig Versuchspersonen (sechszwanzig Männer und sechs Frauen) mit Normalhörfähigkeit (entsprechend ihrem Alter) nahmen an dem Experiment teil. Sie waren zwischen 21 und 58 Jahren alt (Mittelwert: 29 Jahre). Die Stimuli wurden kalibriert im Multimodalen Messlabor wiedergegeben. In dem Versuch mussten die Versuchspersonen die Stimuli nach ihrer Lästigkeit beurteilen. In einer kontinuierlichen Skala (100 Punkte) wurden die in der Psychometrik üblichen äquidistanten Rohrman-Begriffe (überhaupt nicht, wenig, mittel, stark, äußerst belästigt), die von IC BEN, ISO/TS 15666:2021 (5) empfohlen werden, verwendet. Um den Einfluss unterschiedlicher akustischer und vibratorischer Immissionsstärken zu untersuchen, wurden die 4 Szenen aus den Aufnahmen in ihrer Pegelstärke variiert. Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe sind in der Abbildung 2 dargestellt.

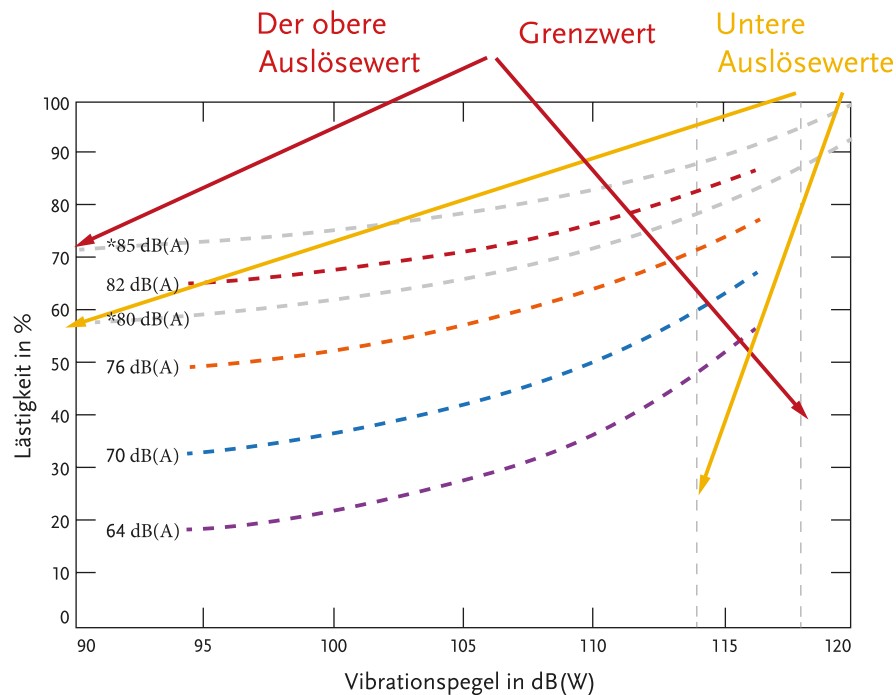


Abb. 2 Gesamtlästigkeitsbeurteilungen

Die Gesamtlästigkeit hängt von beiden Parametern, Schalldruckpegel und Vibrationspegel, ab. Der Einfluss der Vibration auf die Lästigkeit nimmt erwartungsgemäß mit steigender Vibrationsstärke zu. Das ist genauso gültig für den Schalldruckpegel. Wenn wir uns einen hypothetischen Stimulus mit 78 dB(A) Schalldruckpegel und 113 dB(W) ( $0,45 \text{ m/s}^2$ ) Vibrationsstärke vorstellen, würde so ein Stimulus entsprechend unserer Probandenurteile eine Lästigkeit von ca. 75 %, die sehr kritisch ist und über den Grenzwerten liegt, verursachen. Obwohl beide Pegelwerte 78 dB(A) Schalldruckpegel und 113 dB(W) Vibrationsstärke unterhalb der jeweiligen Auslösewerte liegen (1). Obwohl die einzelnen Belastungen (akustisch oder vibratorisch) für sich selbst unkritische Einwirkungen sind, werden sie miteinander kombiniert kritischer und die Einwirkungen werden die Grenzen übersteigen. Deswegen ist es sinnvoll, dass eine mögliche Aktualisierung der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutz-Verordnung eine gemeinsame Betrachtung beider Modalitäten berücksichtigt. Mit den durch die Versuche gewonnenen Daten können verschiedene Gleichungen für die audiotaktile Interaktion entwickelt werden. Außer der Berücksichtigung der multimodalen Interaktion ist ein weiteres wichtiges Thema die Nutzung von psychoakustischen und psychotaktilen Größen statt der Pegelwerte. Unsere Untersuchungen zeigen, dass die wahrgenommene Lästigkeit durch die psychoakustischen Größen, wie Lautheit, Schärfe, Rauigkeit, Tonalität u. a., besser beschreibbar ist als durch den Schalldruckpegelwert.

Die kombinierte Betrachtung der Lästigkeitsuntersuchungen mit den Fahrerbefragungen liefert in einigen Fällen einen besonderen Fokus auf die alltäglichen Situationen und deren Gewichtungen. Deswegen war ein wichtiges Ziel in unseren Forschungen die Vorbereitung eines geeigneten Fragebogens. Dieser Fragebogen muss grundsätzlich die Informationen über den mentalen Zustand, Krankheitszustand, Zufriedenheit mit der Arbeit/Arbeitsumgebung und Erwartungen beinhalten. Dafür liefern die existierenden Vorarbeiten und Fragebögen eine gute Auflage. Die Anzahl der Fragen muss optimiert werden, damit die Konzentration und die Motivation vom Teilnehmer hoch bleiben. Wir haben drei unterschiedliche Befragungen, wie WHO - Fragebogen zum Wohlbefinden, FAHW (Fragebogen zum Allgemeinen Habituellen Wohlbefinden, 6, 7) und MOLA-Befragung von der Unfallversicherung Bund und Bahn (8) als Grundlage genommen und

Fragen, die besonders für die Kehrmaschinen- oder Abfallsammelfahrer passend sind, zusammengestellt. Besonders sind die gesundheitlichen Themen wie Gehörverlust, Bandscheibe-Wirbelsäule (Berufskrankheit BK 2110), degenerative Veränderungen der Knochen und Gelenke (Berufskrankheit BK 2103) und Durchblutungsstörungen und Nervenfunktionsstörungen (Berufskrankheit BK 2104) für solche Fahrer relevant. Eine Beispielbefragungsliste ist in der Abbildung 3 dargestellt.

	Trifft gar nicht zu	Trifft eher nicht zu	Teils/teils	Trifft eher zu	Trifft völlig zu
Mein Kreislauf ist stabil					
Ich bin körperlich belastbar					
Ich bin durchhaltefähig					
Ich bin mit meinem Körperzustand einverstanden					
Ich fühle mich körperlich gesund					
Ich fühle mich körperlich ausgeglichen					
Ich kann meinen Körperzustand genießen					
Meine Arbeitsaufgaben sind abwechslungsreich					
Mein Arbeitsplatz entspricht meinen Vorstellungen von Ordnung und Sauberkeit					
Die Lautstärke an meinem Arbeitsplatz stört mich bei meiner Arbeit					
Die Schwingungen an meinem Arbeitsplatz stören mich bei meiner Arbeit					
Ich werde bei meiner Arbeit nicht übermäßig körperlich beansprucht					
Meine Arbeit erfordert eine starke körperliche Anstrengung					
Die für meine Tätigkeit notwendige persönliche Schutzausrüstung ist vorhanden (Gehörschutz, usw.)					
Über die mit meiner Arbeit verbundenen Risiken und Gefahren werde ich regelmäßig informiert					
Die Maschinen, an denen ich tätig bin, sind für mich gut zu bedienen					
Mein Arbeitsplatz ist so eingerichtet, dass ich ergonomisch arbeiten kann					
Arbeitssicherheit hat in meiner Organisation einen hohen Stellenwert					
Die Gesundheit der Beschäftigten hat in meiner Organisation einen hohen Stellenwert					

Abb. 3 ausgewählte Fragen des Fragebogens

Mit diesem Fragebogen ist es möglich, zu erfahren, wie die Fahrer, die bestimmte Fahrzeuge im Alltag über längere Zeit fahren, die Lärmsituation und die Schwingungen bewerten.

**Literatur**

- 1 Nicht, A.; Altinsoy, M. E. (2015) Multimodale Lästigkeit von Lärm und Vibrationen in Nutzfahrzeugen. In: Lärmbekämpfung 5/2015, Seite 212–216 / Lärmbekämpfung, Bd. 10 (2015), Nr. 5.
- 2 Nicht, A.; Rosenkranz, R.; He, S.; Altinsoy, M. E. (2015) Beurteilung und multimodale Wahrnehmung von Lärm und Vibrationen in Kehrmaschinen. In: Proceedings of the DAGA 2015 – 41st German Annual Conference on Acoustics, Nürnberg.



- 3 Nicht, A., Altinsoy, E., & Rosenkranz, R. (2014). Noise Emission of Electric Street Sweepers–Transfer Path Analysis. In Proceedings of the Forum Acousticum, Kraków.
- 4 Altinsoy, M. E., & Nicht, A. (2015). Is the noise or the vibration more disturbing? Multi-modal interaction investigation based on street sweepers. In INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings (Vol. 250, No. 2, pp. 4812-4816). Institute of Noise Control Engineering.
- 5 ISO/TS 15666:2021 Acoustics – Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys.
- 6 Frank, R. (1991). Körperliches Wohlbefinden. In A. Abele & P. Becker (Hrsg.), Wohlbefinden. Theorie, Empirie, Diagnostik (S. 71 - 95). Weinheim: Juventa.
- 7 Wydra, G. (2014). Der Fragebogen zum allgemeinen habituellen Wohlbefinden (FAHW und FAHW-12). Entwicklung und Evaluation eines mehrdimensionalen Fragebogens, 5.
- 8 Unfallversicherung Bund und Bahn (UVB) (2021). MOLA-Fragebogen. Fragebogen zur Analyse sicherer und gesunder Arbeit. Wilhelmshaven: UVB.

## 5 Lärmbelastung im Einzelhandel

Jan Selzer, Florian Schelle, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

### Einleitung

Im Einzelhandel sind Beschäftigte einer permanenten akustischen Belastung ausgesetzt. In den Filialen wird Musik wiedergegeben, es erfolgen Durchsagen, die Warencanner der Kassensysteme geben ein tonales Feedback und auch die Kunden tragen zur allgemeinen Geräuschkulisse bei. Dies führt unweigerlich zu extra-auralen Lärmwirkungen [1, 2].

Zur Erfassung und Beurteilung der auditiven Belastung am Arbeitsplatz wird seitens des staatlichen Regelwerks „Technische Regel für Arbeitsstätten ASR A3.7 Lärm“ [3] für den nicht gehörgefährdenden Pegelbereich der Beurteilungspegel herangezogen. Es ist jedoch strittig, ob dieser Parameter zur Beurteilung psychischer Belastungen ausreichend ist (vgl. bspw. [4]). Eine geeignete Methode könnte hingegen die Bewertung und Beurteilung der Arbeitsbedingungen durch die Beschäftigten selbst sein, sodass deren Perzeption im Fokus steht.

Zur Erfassung der Lärmbelastung an Arbeitsplätzen im Einzelhandel wurden im Rahmen eines Kooperationsprojekts zwischen der Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW), dem Institut für Arbeit und Gesundheit der DGUV (IAG) und dem Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) im Zeitraum von März bis Oktober 2018 Messungen und Befragungen in insgesamt 16 Filialen verschiedener Lebensmittel- und Textileinzelhändler durchgeführt. Einen umfangreichen Bericht mit allen Ergebnissen und den Details zur Messung liefert der DGUV Report 4/2020 „Lärmbelastung im Einzelhandel“ [5]. Der hier vorliegende Beitrag konzentriert sich auf die Befragung der Beschäftigten zur Ermittlung der Belastungssituation am Arbeitsplatz.

## Methodik

Um die psychische Belastung an den Arbeitsplätzen im Einzelhandel zu erheben, wurde das Instrument BASA II „Psychologische Bewertung von Arbeitsbedingungen – Screening für Arbeitsplatzinhaber II“ [6] eingesetzt. Dieser validierte Fragebogen enthält 103 Items in sieben Subgruppen zu unterschiedlichen Arbeitsbedingungen, wie bspw. arbeitsumweltbezogene, soziale oder personenbezogene Arbeitsbedingungen. Eine weitere Subgruppe ermöglicht die Berücksichtigung betriebsspezifischer Fragestellungen. Diese wurde im vorliegenden Fall für 16 weitere lärmspezifische Items genutzt (vgl. Anhang B in [5]). Das Instrument BASA II erlaubt dabei die Unterscheidung zwischen der psychischen Belastung („Gesamtheit aller erfassbaren Einflüsse, die von außen auf einen Menschen zukommen und diesen psychisch beeinflussen“ [7]) und der psychischen Beanspruchung („unmittelbare Auswirkung der psychischen Belastung im Individuum in Abhängigkeit von seinem aktuellen Zustand“ [7]). Während die Belastung abgefragt wird (Das trifft eher zu/eher nicht zu), findet bei der Beanspruchung eine Wertung statt (Das finde ich schlecht/weder schlecht noch gut/gut). Um den Einfluss von persönlichen Faktoren, wie in etwa der Lärmempfindlichkeit zu berücksichtigen, kam die Kurzform des Lärmempfindlichkeitsfragebogens (LEF-K) nach Zimmer und Ellermeier zum Einsatz [8].

Die Fragebögen wurden zur Erhebung vor Ort in ein webbasiertes System (EvaSys) eingebunden. Die Befragung wurde im Zusammenhang mit in den Filialen durchgeführten Messungen abgehalten. Dabei konnten die Beschäftigten der einzelnen Filialen während Ihrer Arbeitszeit im Pausen- oder Ruheraum auf durch den Messtechnischen Dienst der BGHW ausgegebenen Tablets die Befragung durchführen. Die Ergebnisse der Befragung wurden an das IAG übermittelt und dort ausgewertet.

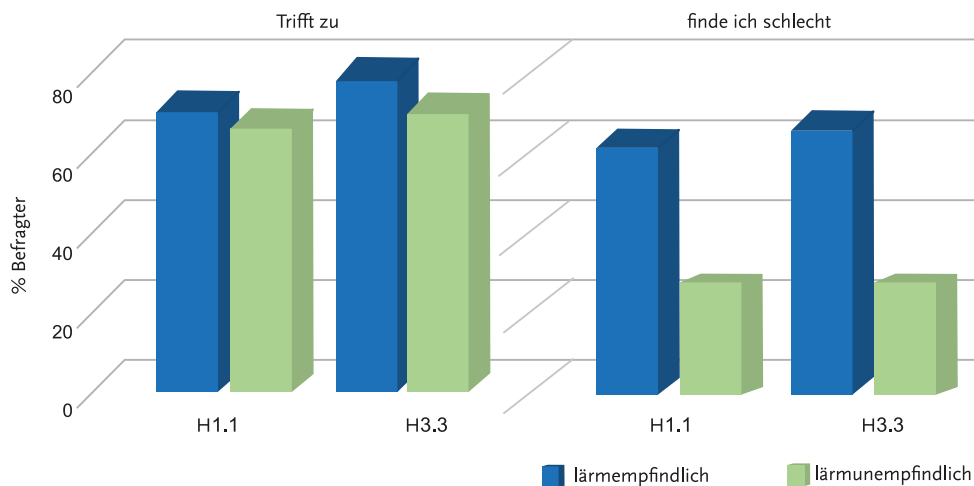
## Auswertung

An der Befragung nahmen 134 Personen teil. 80 Personen aus dem Lebensmittel- und 54 Personen aus dem Textileinzelhandel. Bei 84 der abgefragten Items im allgemeinen Teil des BASA II konnte keine Belastung festgestellt werden. Das bedeutet, dass weniger als 50% der Befragten bei den jeweiligen Items angegeben haben, dass die abgefragte Belastung „eher zutrifft“. Dahingegen lässt sich bei 6 der 16 lärmspezifischen Items ein Gestaltungsbedarf ableiten (> 50 % antworten bei der Belastung „Trifft eher zu“). Dies betrifft die Items

- H1.1 „Bei meiner Arbeit ist die Geräuschkulisse hoch ... insbesondere im Bereich der Kasse.“
- H1.3 „Bei meiner Arbeit ist die Geräuschkulisse hoch ... insbesondere im Bereich der Verkaufsfläche.“
- H1.7 „Bei meiner Arbeit treten Piepstöne der Kasse(n) auf.“
- H2.1 „Bei meiner Arbeit läuft Musik im Laden/Geschäft.“
- H2.2 „Bei meiner Arbeit laufen Durchsagen im Laden/Geschäft.“
- H3.3 „Bei meiner Arbeit gibt es laute oder schreiende Kinder.“

Unabhängig von der persönlichen Einstellung zu einer bestimmten Belastung kann diese von den Beschäftigten erkannt werden, wie das Beispiel des lärmspezifischen Items H2.1 zeigt: ca. 70 % der Befragten erkennen die vorhandene Belastung (Die Musik ist in den Filialen vorhanden). Jedoch berichten 60 % dieser Gruppe, dass sie dies als gut empfinden (geringe resultierende Beanspruchung).

Auch die individuelle Lärmempfindlichkeit nach LEF-K [8] als persönlicher Faktor spielt bei der Identifizierung einer Belastung keine maßgebliche Rolle. Am Beispiel der lärmspezifischen Items H1.1 und H3.3 wird deutlich, dass erst die Bewertung und damit die resultierende Beanspruchung deutlich von der Lärmempfindlichkeit abhängt (vgl. Abbildung 1).



**Abb. 1** Belastung (links, „Trifft eher zu“) und Beanspruchung (rechts, „Das finde ich schlecht“) bei lärmempfindlichen und lärmunempfindlichen Befragten nach LEF-K zu den lärmspezifischen Items H1.1 und H3.3.

### Zusammenfassung und Fazit

Im vorliegenden Projekt wurden zur Erfassung der Lärmbelastung von Beschäftigten im Einzelhandel Befragungen und Messungen angewandt. Die Befragungen zeigen die Komponenten der auditiven Belastung unverkennbar auf und erlauben daraus resultierend eine Ableitung von Maßnahmen zur Reduzierung der Fehlbelastung. Deutlich wurde auch, dass die Wahrnehmung einer Belastung unabhängig von der individuellen Lärmempfindlichkeit der Beschäftigten und der Wahrnehmung als Beanspruchung zu sehen ist. Hingegen ist eine Abhängigkeit zwischen der individuell empfundenen Beanspruchung durch eine objektiv vorhandene Belastung von der persönlichen Empfindlichkeit abhängig. Durch eine kombinierte Auswertung von Lärmmessungen und Fragebögen konnte gezeigt werden, dass für die Einzelhandelsbranche kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen den ermittelten Schalldruckpegeln und der psychischen Belastung vorhanden ist. So ist es notwendig weitere Erkenntnisse auf dem Gebiet der Ermittlung psychischer Belastung über instrumentelle Messgrößen zu sammeln, um aussagekräftige Messungen durchführen und deren Ergebnisse interpretieren zu können.

### Literatur

- [1] Ising H, Sust CA, Rebentisch E (1996): Lärmbewertung – Extra-aurale Wirkungen. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 98, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund.
- [2] Sukowski H, Brockt G, Romanus E und Adolph L (2016): Der Arbeitsumgebungsfaktor "Lärm": Extra-aurale Wirkungen von Lärm am Arbeitsplatz. 62. Arbeitswissenschaftlicher Kongress in Aachen: GfA.
- [3] Technische Regel für Arbeitsstätten, ASR A3.7 „Lärm“. Ausgabe: März 2021, GMBI. 2021, S. 543.
- [4] Renz T, Leistner P, Liebl A (2019): Use of energy-equivalent sound pressure levels and percentile level differences to assess the impact of speech on cognitive performance and annoyance perception. Applied Acoustics 153, 71-77. doi: 10.1016/j.apacoust.2019.04.008.

- [5] Rokosch et al. (2020): DGUV Report 4/2020 – Lärmbelastung im Einzelhandel. Ein Kooperationsprojekt von IFA, IAG und BGHW. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin. <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/4008>.
- [6] Richter G, Schatte M (2011): Psychologische Bewertung von Arbeitsbedingungen. Screening für Arbeitsplatzinhaber II (BASA II). Hrsg: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund.
- [7] DIN EN ISO 10075-1:2018-01, Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 1: Allgemeine Aspekte und Konzepte und Begriffe (ISO 10075-1:2017); Deutsche Fassung EN ISO 10075-1:2017.
- [8] Zimmer K, Ellermeier W (1998): Ein Kurzfragebogen zur Erfassung der Lärmempfindlichkeit. *Umweltpsychologie* 2, 54-63.

### Zitiervorschlag

Sukowski, Helga: 2023. 2. Fachgespräch Extra-aurale Wirkungen von Lärm bei der Arbeit. Themenschwerpunkt: Subjektive Beurteilung von unerwünschtem Schall am Arbeitsplatz. *baua: Fokus*.

*Im Text wird eine geschlechtergerechte Sprache verwendet. Dort, wo das nicht möglich ist oder die Lesbarkeit eingeschränkt würde, gelten die personenbezogenen Bezeichnungen für alle Geschlechter.*