

Lärm im Einzelhandel

Jan Selzer¹, Florian Schelle¹, Andrea Wolff¹, Frank Rokosch² und Anne Gehrke³

¹ Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA), 53757 Sankt Augustin, Deutschland

² Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW), 68161 Mannheim, Deutschland

³ Institut für Arbeit und Gesundheit der DGUV (IAG), 01109 Dresden, Deutschland

Email: jan.selzer@dguv.de

Einleitung

Lärm am Arbeitsplatz ist trotz des voranschreitenden Wandels der Arbeit ein häufig anzutreffendes Problem. Mit der Bezeichnung „Lärm“ ist jedoch nicht nur der aurale, innoherschädigende Lärm gemeint. Auch nicht-innenohrschädigender Schall löst extra-aurale Lärmwirkungen aus, durch die langfristig gesundheitliche Beeinträchtigungen entstehen können [1][2][3]. Um die Belastung der Beschäftigten in der Einzelhandelsbranche durch Lärm zu untersuchen, initiierte die Berufsgenossenschaft für Handel und Warenlogistik (BGHW) ein gemeinsames Projekt mit den Instituten der DGUV. Im Zeitraum von März bis September 2018 wurde die Situation der Beschäftigten in der Einzelhandelsbranche untersucht. Insbesondere Betriebe aus dem Lebensmittel- und Textileinzelhandel nahmen an diesem Projekt teil. Dabei soll die Lärmbelastung durch verschiedene Messgrößen sowie Befragung der Beschäftigten sichtbar gemacht werden. Ermittelt wurde

- ein personengebundener A-bewerteter Schalldruckpegel am Ohr der Beschäftigten,
- ein ortsfester A-bewerteter Schalldruckpegel in Kassennähe,
- in wenigen repräsentativen Filialen die raumakustische Ausstattung, beschrieben durch die Nachhallzeit,
- in wenigen repräsentativen Filialen psychoakustische Kenngrößen, die durch Auswertung binauraler Aufzeichnungen berechnet werden und
- mittels eines validierten Fragebogens (BASA II) [4] die psychologische Bewertung der Arbeitsbedingungen.

Im weiteren Verlauf werden insbesondere die ersten drei Punkte detailliert betrachtet. Eine weitergehende Auswertung des Fragebogens zur psychologischen Bewertung der Arbeitsbedingungen und eine Betrachtung der damit einhergehenden perzeptuellen Messgrößen und Verbindung mit den aus binauralen Aufzeichnungen ermittelten psychoakustischen Messgrößen folgen in weiteren Veröffentlichungen zu diesem Projekt.

Methodik und Messung

Personengebunden

Messungen mit Personenschallexposimeter werden üblicherweise an mobilen Arbeitsplätzen nach DIN EN ISO 9612 [5] direkt an den Beschäftigten

durchgeführt. Dabei geht es häufig um Bereiche oberhalb der Gehörgefährdung, die entsprechend nach den Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung [6] Beurteilung finden. Durch Beschäftigung im Lebensmittel- oder Textileinzelhandel wurde keine Gehörgefährdung erwartet, sodass eine Beurteilung der „Lästigkeit und Störwirkung durch Lärm“ nach den Technischen Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.7 „Lärm“ [3] zu erfolgen hat. Die Messmethodik des staatlichen Regelwerks [3] in Anlehnung an DIN 45645-2 [7] beschreibt die Ermittlung tätigkeitsbezogener Beurteilungspegel L_r , die neben dem energieäquivalenten A-bewerteten Dauerschallpegel L_{Aeq} die Zuschläge für Ton- und Informationshaltigkeit K_T sowie Impulshaltigkeit K_I beinhalten. Dabei ist darauf zu achten, dass Eigengeräusche aus dem Messzeitraum ausgeschlossen werden. Eigengeräusche sind definiert als „*eigene Gespräche [...] sowie dem Arbeitsplatz zugeordnete Kommunikationssignale*“ [3].

Bei personengebundenen Messungen ist auf einige Besonderheiten zu achten. So ist die Einstellung des Pegelbereichs bei Personenschallexposimetern von enormer Wichtigkeit. Viele Geräte haben eine Messbereichsschwelle von 70 dB [5], die für Messungen im Einzelhandel an einen entsprechend niedrigeren Schwellwert angepasst werden muss. So ist auch die Position in 10 cm Entfernung zum Eingang des äußeren Gehörgangs sowie ca. 4 cm über der Schulter einzuhalten [5]. Um diese Positionierung zu gewährleisten, wurden die Personenschallexposimeter bzw. deren Mikrofone an handelsübliche Hosenträger fixiert (Abbildung 1).



Abbildung 1: An ein Hosenträger fixiertes Mikrofon eines Schallexposimeters zur Gewährleistung der korrekten Messposition nach [5].

Zu Beginn des Projektes wurde entsprechend der branchenspezifischen Erfahrung der Berufsgenossenschaft ein Tätigkeitskatalog mit u. a. folgenden Tätigkeiten gebildet: *Einräumen, Kassieren, Lager-tätigkeit, Müllentsorgung, Pause, Reinigung, Verkauf*. Während der personengebundenen Messung wurden die Beschäftigten beobachtet und deren Tätigkeit entsprechend des genannten Katalogs eingruppiert, sodass zu den jeweiligen Messabschnitten dazugehörige Tätigkeitsdauern und Schalldruckpegelverläufe zugeordnet werden können. Eigengeräusche wurden bei der Messung allerdings nicht ausgeschlossen. Dafür gibt es vielfältige Gründe. Einerseits wird ein Großteil der vorherrschenden Schalleinwirkung bei diesen Tätigkeiten durch eigene Geräusche hervorgerufen. Andererseits ist die Bezeichnung *Eigengeräusche* bei diesen Arten von Tätigkeiten nicht klar genug definiert und differenziert. So stellen sich beispielsweise Fragen, ob ein Kundengespräch als Eigengeräusch aus der Messung exkludiert werden soll oder ob das Klirren von Glasflaschen beim Einräumen ein Eigengeräusch darstellt. Somit könnte ein Großteil der Tätigkeitsdauer nicht erfasst werden.

Ortsfest

Ortsfeste Messungen wurden im Kassenbereich an freien oder neben besetzten Kassen mit Schallpegelmessern auf Stativen durchgeführt. Erfasst wurde der A- und AI-bewertete Schalldruckpegel.

Raumakustik

Die Beschreibung der Raumakustik sollte entsprechend der Vorgaben der ASR A3.7 [3] mittels der Nachhallzeit erfolgen. Dazu wurden in mehreren Räumen einer Filiale des Textileinzelhandels und zwei Filialen im Lebensmittel-einzelhandel Messungen im laufenden Betrieb durchgeführt. Zum Einsatz kam die Methode der integrierten Impulsantwort mit MLS-Verfahren nach [8][9].

Psychoakustik

Zur Erfassung der auditiven Szene und anschließenden Auswertung psychoakustischer Messgrößen wurden binaurale Aufnahmen insbesondere an Kassenarbeitsplätzen mit Hilfe eines Kunstkopfs durchgeführt. Die binauralen auditiven Szenen wurden in zwei Filialen des Lebensmitteleinzelhandels und einer Filiale des Textileinzelhandels aufgezeichnet.

Fragebogen

Zur Bewertung der Arbeitsbedingungen durch die Beschäftigten wurde der validierte Fragebogen BASA II [4] verwendet. Dieses Screeningverfahren unterstützt bei der Ermittlung förderlicher und beeinträchtigender Arbeitsbedingungen [4]. Der Fragebogen wurde durch 16 zusätzliche Items zum Thema „Belastung durch Lärm“ erweitert. Zusätzlich wurde die Kurzfassung des Fragebogens zur Lärmempfindlichkeit (LEF-K) nach ZIMMER und ELLERMEIER genutzt [10]. Insgesamt umfasst der Fragebogen somit 128 Items, die unterschiedliche, nicht nur den Lärm betreffende, arbeitsplatzbezogene Einwirkungen abfragen. Die Fragebögen wurden durch die Beschäftigten vor Ort auf einem Tablet online ausgefüllt und anonym abgesendet, sodass keine personenbezogenen Rückschlüsse möglich sind.

Auswertung und Ergebnisse Personengebunden

Tabelle 1: Anzahl und Messdauer der Messungen mit Personenschallexposimeter.

Einzelhandels- branche	Lebensmittel	Textil
Messorte	12	4
Messungen	26	16
Messungen mit tätigkeits- bezogener Auswertung	15	14
Gesamtmess- dauer [hh:mm:ss]	53:28:07	33:14:58

Insgesamt wurden ca. 100 h Messungen mit Personenschallexposimetern durchgeführt, wovon ungefähr 87 Messstunden auf die beiden Einzelhandelsbranchen Lebensmittel und Textil zurückfallen (Tabelle 1). In Tabelle 1 werden Messorte, die für die Anzahl der Filialen stehen, sowie die Anzahl der Messungen mit Personenschallexposimeter genannt. Eine tätigkeitsbezogene Auswertung war nicht bei allen Messungen möglich, da teilweise eine Zuordnung zu den Tätigkeiten aus dem Tätigkeitskatalog nicht erfolgte oder aufgrund der Art der Tätigkeitskombinationen nicht realisierbar war.

Tabelle 2: Tätigkeitsbezogene Messergebnisse der personengebundenen Messungen im **Lebensmitteleinzelhandel** mit arithmetischem Mittelwert L_{Aeq} , Standardabweichung $\sigma(L_{Aeq})$ und Messzeit t .

Tätigkeit	Arithm. Mittelwert [dB]	SD [dB]	t [min]
Einräumen	72,3	4,0	715,4
Kassieren	72,0	4,7	656,8
Lager- tätigkeit	72,8	4,2	157,6
Müllent- sorgung	77,0	7,8	21,7
Pause	66,5	3,1	126,1
Reinigung	67,1	6,9	7,5
Verkauf	73,8	7,7	39,9

Unabhängig von der Einzelhandelsbranche nehmen die Tätigkeiten *Kassieren* und *Einräumen* den größten Teil der Messzeit t ein (vgl. Tabellen 2 und 3). Dahingegen kann aufgrund der geringen Abweichung der physikalischen Exposition am Ohr, beschrieben durch den Schalldruckpegel L_{Aeq} als arithmetischen Mittelwert über die unterschiedlichen Filialen einer einzelnen Branche, keine Unterscheidung über die Tätigkeiten erfolgen. Aus diesem Grund wird der energieäquivalente Mittelwert pro Filiale ermittelt und die dazugehörige kombinierte Standardunsicherheit u nach Strategie 2 „Berufsbildbezogene Messung“ der DIN EN ISO 9612 [5] berechnet (Abbil-

Tabelle 3: Tätigkeitsbezogene Messergebnisse der personenbezogenen Messungen im **Textileinzelhandel** mit arithmetischem Mittelwert L_{Aeq} , Standardabweichung $\sigma(L_{Aeq})$ und Messzeit t .

Tätigkeit	Arithm. Mittelwert [dB]	SD [dB]	t [min]
Einräumen	72,0	3,6	745,1
Kassieren	74,0	1,4	850,8
Lager-tätigkeit	71,6	3,1	99,0
Verkauf	71,3	3,1	52,4

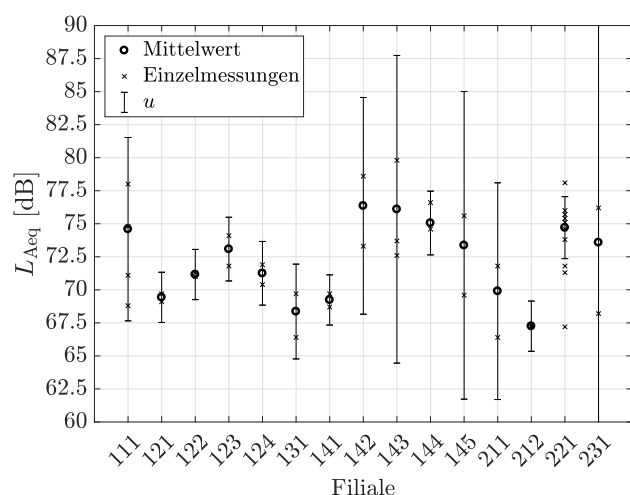


Abbildung 2: Auswertung der Dauerschalldruckpegel als energieäquivalente Mittelwerte bezogen auf den jeweiligen Messort (Filiale mit Code zur Anonymisierung) mit Angabe der kombinierten Standardunsicherheit u nach [5] und der Ergebnisse der einzelnen personenbezogenen Messungen (Einzelmessungen).

dung 2). Daraus lässt sich eine Aussage über die physikalische Einwirkung am Ohr der Beschäftigten in einer bestimmten Filiale ableiten.

Ortsfest

Die mittleren A-bewerteten Schalldruckpegel L_{Aeq} im Kassenbereich liegen bei 63,8 dB (min: 58,7 dB, max: 67,7 dB) für den Lebensmittel- und 62,3 dB (min: 57,3 dB, max: 67,9 dB) für den Textileinzelhandel. Für die Ermittlung eines möglichen Zuschlags für Impulshaltigkeit K_I wurde der AI-bewertete Schalldruckpegel und damit die Differenz zwischen L_{AIeq} und L_{Aeq} erfasst (Abbildung 3). Diese liegt unabhängig von der Einzelhandelsbranche oberhalb von 6 dB, sodass bei der Berechnung eines Beurteilungspegels L_r ein Zuschlag von $K_I = 6$ dB berücksichtigt werden muss. Die zum Impulszuschlag beitragenden Geräusche sind unter anderem die Kundengespräche, die Hintergrundbeschallung mit Musik- und Werbedurchsagen sowie das Kassenspietsen.

Raumakustik

Die im laufenden Betrieb ermittelten Nachhallzeiten erfüllen aufgrund einer guten akustischen Ausstattung alle Anforderungen nach ASR A3.7 [3]. Während im Tex-

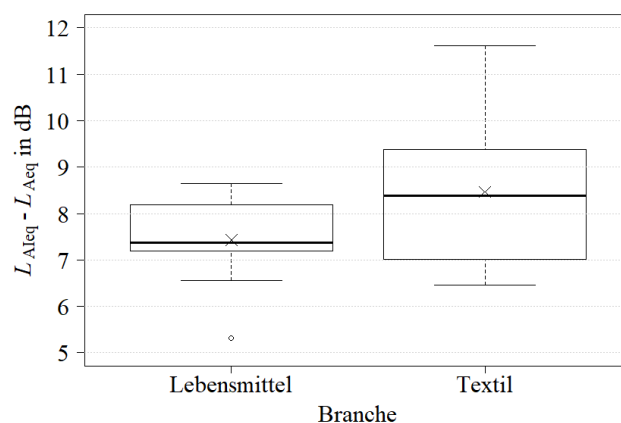


Abbildung 3: Boxplot der Differenz $L_{AIeq} - L_{Aeq}$ im Bereich der Kassen mit Angabe des Mittelwerts als „x“ und einem Ausreißer „o“ aus 22 ortsfesten Messungen im Lebensmittel- und 18 im Textileinzelhandel.

tileinzelhandel durch die in der Verkaufsfläche befindliche Ware eine hohe Absorption erreicht wird, ist im Lebensmitteleinzelhandel durch die Regale und die darin befindliche Ware eine hohe Streukörperdichte und Schirmwirkung anzutreffen. Zusätzlich dazu konnten in nahezu allen Unternehmen Akustikdecken identifiziert werden.

Fazit, Diskussion und Ausblick

Während der personenbezogenen Messungen können aufgrund unterschiedlicher Messbeobachter und einer anschließenden zentralen Datenauswertung fälschlicherweise verschiedene tatsächlich durchgeführte Tätigkeiten in einer gleichen Tätigkeitsgruppe zusammengeführt worden sein. So kann in einem Fall ein kurzes Verkaufsgespräch während des Einräumens sowohl in der Messauswertung dem *Verkauf* oder dem *Einräumen* zugeordnet worden sein. So spricht auch gegen eine Auswertung und Bildung eines Beurteilungspegels nach ASR A3.7 [3] der Ausschluss der Eigengeräusche. Diese nehmen einen hohen zeitlichen Anteil der Tätigkeiten ein. Daher zeigen die Messergebnisse der personenbezogenen Messungen die tatsächliche physikalische Einwirkung am Ohr der Beschäftigten inklusive der Eigengeräusche auf.

Die Exklusion der Eigengeräusche in den Messvorschriften [3] und [7] mag für Tätigkeiten im Büro gut anwendbar sein. So ist allerdings der Ausschluss aller Eigengeräusche bei Tätigkeiten im Einzelhandel schwierig umsetzbar. Weiterhin ist die Definition von *Eigengeräusch* für solche Tätigkeiten nicht ausreichend differenziert.

Die Vergleichbarkeit der Messergebnisse bei ortsfesten Messungen sind unter Umständen nicht gegeben. Denn die Messpositionen befinden sich in unterschiedlichen Entfernungen zu der jeweiligen Schallquelle und unterliegen verschiedenen, möglicherweise nicht vergleichbaren Umweltbedingungen. Dennoch ist ersichtlich, dass sich die ortsfest ermittelten Schalldruckpegel, unabhängig von der Einzelhandelsbranche, in einer Spanne von ca. 57 bis 68 dB bewegen und ein Impulszuschlag K_I von 6 dB nach ASR A3.7 [3] im Bereich der Kassen aufgrund

der Geräuschart unumgänglich ist.

Lärminderung durch weitere raumakustische Maßnahmen ist wenig wirksam, da bereits in den meisten Fällen eine äußerst kurze Nachhallzeit erreicht wird. Zusätzlich zu den oft vorhandenen Akustikdecken wirken die ausgestellte Kleidung in der Verkaufsfläche als zusätzliche Absorption oder die Regale als Schirmungen. Dennoch konnten im Laufe des Projekts bereits kleinere Lärminderungsmaßnahmen aufgezeigt werden. Diese wären unter anderem:

- Dämm- oder Filzmatten für Kleiderbügel- und Diebstahlsicherungsauffangbehälter,
- (Kassen-)Schubladen mit Anschlagdämpfer ausstatten,
- Kühltruhen und Pfandautomaten nicht oder nur abgeschirmt in Kassennähe aufstellen,
- Kassensignaltöne im Pegel anpassen; es ist meist eine Einstellmöglichkeit verfügbar.

Eine Beurteilung der Lärmbelastung im Einzelhandel ist mit dem Instrument ASR A3.7 [3] auf Tätigkeitsbasis nicht realisierbar. Die durchgeführten Tätigkeiten bestehen maßgeblich aus Eigengeräuschen. Dabei ist die Kommunikation mit den Kunden und Kollegen nur ein Teilspekt. Weitere Schallquellen, die als Eigengeräusch angesehen werden können, sind beispielsweise das Einräumen der Waren in die Regale und das Aufhängen der Kleiderbügel. Das Kassenspiepsen als akustisches Feedback der eigenen Kasse kann ebenfalls als Eigengeräusch eingestuft werden, jedoch zum Lästigkeitsempfinden beitragen.

Die Messung in Abwesenheit der Beschäftigten durchzuführen, wie es DIN 45645-2 [7] alternativ vorschlägt, ist aufgrund der Mobilität der Arbeitsplätze nicht realisierbar. Ausschließlich *Kassieren* kann als durchgängige Tätigkeit bedingt in Abwesenheit der Beschäftigten durchgeführt werden. Allerdings entfallen damit Geräusche, wie unter anderem das Aufladen auf das Kassenband oder die Geräusche durch die Kunden.

In den weiteren Schritten des Projekts werden die analytischen Messgrößen zu den durch den Fragebogen ermittelten perzeptuellen Messgrößen in Verbindung gebracht. Eine genauere Betrachtung der psychoakustischen Messgrößen folgt entsprechend. So ist insbesondere die Verwendung von einohrig getragenen Headsets als ein weiteres Problem mit Lärm- und Akustikbezug aufgefallen.

Zur Verbesserung der akustischen Arbeitsumgebung könnte der Soundscape-Ansatz beitragen [11]. So ließen sich einerseits auditive Welten als Alleinstellungsmerkmal einzelner Unternehmen herausstellen. Andererseits könnte die akustische Qualität solcher Arbeitsumgebungen durch die perzeptuelle Erfassung der Beschäftigten beschreiben werden. Dadurch hätten Arbeitnehmer einen stärkeren Einfluss auf die akustische Arbeitsumgebung. Stresssituationen ließen sich somit verringern und die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten könnte geschützt und sogar verbessert werden.

Danksagung

Die Autoren danken dem Messtechnischen Dienst der BGHW für die Ermittlung der umfangreichen Messdaten und Befragung der Beschäftigten. Außerdem gilt den beteiligten Unternehmen und Beschäftigten Dank für die Teilnahme an der Messkampagne und Befragung.

Literatur

- [1] Ising, H, Sust, C. A. und Rebentisch, E.: Lärmbeurteilung - Extra-aurale Wirkungen. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 98. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1996.
- [2] DGUV-Information, FB HM-018: „Lärm-Stress“ am Arbeitsplatz. Fachbereich Holz und Metall der DGUV, Mainz, 2013 (in Überarbeitung).
- [3] Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.7 „Lärm“. Gemeinsames Ministerialblatt (GMBI) Nr. 24, 2018.
- [4] Richter, G. und Schatte, M.: Psychologische Bewertung von Arbeitsbedingungen - Screening für Arbeitsplatzinhaber II (BASA II). 2. Auflage. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 2011.
- [5] DIN EN ISO 9612:2009-09, Akustik – Bestimmung der Lärmexposition am Arbeitsplatz – Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 (Ingenieurverfahren) (ISO 9612:2009); Deutsche Fassung EN ISO 9612:2009.
- [6] Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung - TRLV Lärm. Gemeinsames Ministerialblatt (GMBI) Nr. 34/35, 2017.
- [7] DIN 45645-2:2012-09, Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen – Teil 2: Ermittlung des Beurteilungspegels am Arbeitsplatz bei Tätigkeiten unterhalb des Pegelbereiches der Gehörgefährdung.
- [8] DIN EN ISO 3382-2:2008-09, Akustik – Messung von Parametern der Raumakustik – Teil 2: Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen (ISO 3382-2:2008); Deutsche Fassung EN ISO 3382-2:2008.
- [9] DIN EN ISO 18233:2006-08, Akustik – Anwendung neuer Messverfahren in der Bau- und Raumakustik (ISO 18233:2006); Deutsche Fassung EN ISO 18233:2006.
- [10] Zimmer, K. und Ellermeier, W.: Ein Kurzfragebogen zur Erfassung der Lärmempfindlichkeit. *Umweltpsychologie*, Jg. 2, Heft 2 (1998), 54-63.
- [11] Fiebig, A., Schulte-Fortkamp, B.: Soundscape - Fortschritte in der Standardisierung auf internationaler Ebene. *Akustik Journal* Nr. 1 (2019), 36-43.