

Pegelabhängige Gehörschützer: Fraunhofer-Forschung zeigt Vor- und Nachteile

Sina Buchholz, Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie IDMT

Lärm als alltägliche Begleitung

Der Alltag einer Instandhaltungstechnikerin in einer Molkerei führt sie durch Hallen mit sehr unterschiedlichen Geräuschpegeln – von der lauten Abfüllung bis zum ruhigeren Lager. Ihren Gehörschutz trägt sie überall, doch in ruhigeren Bereichen zieht sie ihn ab, um mit Kolleginnen und Kollegen zu sprechen oder Maschinengeräusche besser einschätzen zu können. Den Gehörschutz hängt sie sich währenddessen um den Hals oder muss ihn im Etui verstauen. Ihr Kollege, ein Produktionsmitarbeiter, überwacht den ganzen Tag mehrere Bereiche einer Abfüllanlage. Der Geräuschpegel ist konstant hoch – rund 90 dB(A). Würden beide von pegelabhängigem Gehörschutz profitieren?

Wie in vielen anderen Branchen gehören auch in Nahrungsmittelbetrieben lautere Arbeitsumgebungen zur Tagesordnung. Ob Getränkeabfüllung, Molkerei oder Fleischverarbeitung – die Geräuschkulisse liegt häufig bei 85 bis 90 dB(A). Transportbänder, Mehrkopfwagen, Abfüllmaschinen, Kutter oder das Reinigen von Maschinen und Anlagen erzeugen eine ständige Geräuschkulisse. Ab einem Wert von 85 dB(A) ist Gehörschutz nicht nur empfohlen, sondern gesetzlich vorgeschrieben, um Hörschäden vorzubeugen.

Die meisten Beschäftigten tragen konventionellen passiven Gehörschutz – etwa Gehörschutz-Otoplastiken, Schaumstoffstöpsel oder Kapselgehörschützer, bestehend aus ohrumschließenden Kapseln mit dämmenden Kissen. Diese Gehörschützer dämpfen alle Geräusche unabhängig vom tatsächlichen Umgebungspegel, also sowohl den unerwünschten Lärm als auch Warnsignale und Gespräche. Hinzu kommt das häufig als unangenehm empfundene dumpfe Klangerlebnis beim Tragen passiver Gehörschützer. In Arbeitsumgebungen mit variierenden Störgeräuschpegeln kann passiver Gehörschutz in ruhigen Bereichen besonders störend



Abb. 1: Sina Buchholz ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer IDMT in Oldenburg und untersucht im Rahmen ihrer Promotion den Einfluss von Gehörschutzsystemen auf die Wahrnehmung der Umgebung. © Fraunhofer IDMT/Leona Hofmann

sein, weil die Kommunikation mit Kolleginnen und Kollegen erschwert wird und generell die Wahrnehmung der Umgebung leidet. Die Folge: Beschäftigte setzen den Gehörschutz in ruhigeren Bereichen möglicherweise lieber ab – sind dann aber nicht geschützt, wenn plötzlich ein lautes Ereignis eintritt.

Eine technische Lösung könnten sogenannte pegelabhängige Gehörschützer bieten.

Was ist pegelabhängiger Gehörschutz?

Bei pegelabhängigen Gehörschützern handelt es sich um konventionelle Gehörschützer mit einer elektronischen Zusatzfunktion. Sie können auch passiv betrieben werden, ohne dass die Elektronik eingeschaltet ist. Ein Mikrofon am Gehäuse nimmt das Außen-geräusch auf und gibt es über einen kleinen Lautsprecher im Inneren wieder. Der Wiedergabepegel ist dabei nicht nur durch verschiedene Einstellungen justierbar, sondern hängt vor allem vom Außenpegel ab. Hohe bis sehr hohe Pegel (≥ 80 dB(A)) werden nicht ver-

stärkt, sondern gedämpft. Leise bis mittlere Pegel hingegen werden angehoben, sodass die Umgebungsgeräusche ähnlich laut wahrgenommen werden wie mit offenen Ohren. Auf diese Weise soll Schutz vor hohen Pegeln gewährleistet werden und gleichzeitig die Kommunikation möglich bleiben, die andernfalls wegen der hohen passiven Dämpfung erschwert wäre. Der entscheidende Vorteil hierbei ist, dass Beschäftigte den Gehörschutz nicht ständig auf- und absetzen müssen, um mit Kolleginnen und Kollegen zu sprechen oder Maschinensignale wahrzunehmen.

ProSA-Studie:

Was die Forschung wirklich zeigt

Doch bieten pegelabhängige Gehörschützer wirklich Vorteile gegenüber passiven Gehörschützern – oder vielleicht sogar Nachteile? Im Forschungsprojekt ProSA (Protection and Situational Awareness) des Fraunhofer-Instituts für Digitale Medientechnologie IDMT wird die Umgebungswahrnehmung mit pe-

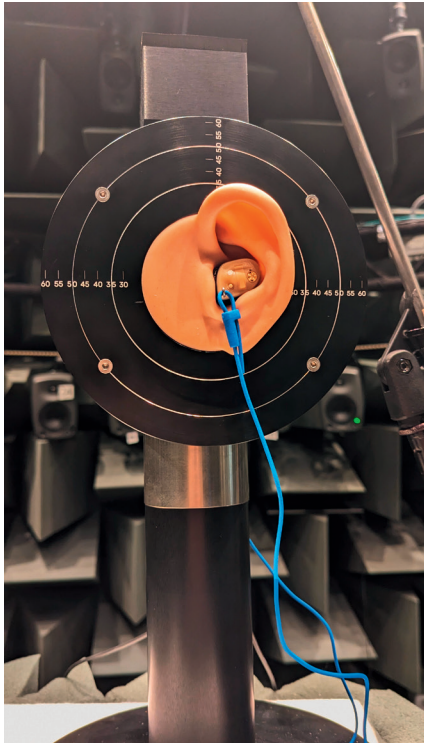


Abb. 2: Zur Studie gehört auch eine technische Vermessung der Gehörschützer, zum Beispiel mit einem Kunstkopf. Solche Messsysteme mit Mikrofonen im Ohr ermöglichen eine besonders realistische Aufnahme des am menschlichen Ohr eintreffenden Schalls für weitere Analysen. © Fraunhofer IDMT

gelabhängigem Gehörschutz systematisch untersucht. Das Forschungsprojekt betrachtet die Richtungswahrnehmung, Distanzwahrnehmung sowie Detektion von Warnsignalen und die Verständlichkeit von Sprache.

Untersucht werden sechs in Deutschland gängige pegelabhängige Gehörschützer. Der Fokus liegt auf dem, was im Arbeitsalltag wirklich zählt: Kann ich hören, woher ein Signal kommt? Wie weit weg ist der Gabelstapler? Verstehe ich, was mir jemand sagt?

Warnsignale orten: Stark geräteabhängig

Die Fähigkeit, Schallquellen zu orten, ist mit Gehörschutz generell schlechter als ohne. Beschäftigte können schlechter erkennen, aus welcher Richtung ein Geräusch kommt. Selbst ob der Gabelstapler von links oder rechts kommt, ist nicht immer klar. Solch ein Irrtum kann in Produktionshallen gefährliche Folgen haben.

Interessant: Die Unterschiede zwischen pegelabhängigen und passiven Geräten zeigen sich vor allem bei Kapselgehörschutz, kaum

bei Gehörschutzstöpseln. Bei den untersuchten Kapselgehörschützern erleichtert die pegelabhängige Funktion die Unterscheidung, ob Signale von hinten oder vorne kommen. Bei der Unterscheidung zwischen links und rechts kommt es dagegen bei zwei von drei getesteten Geräten häufiger zu Verwechslungen, wenn die pegelabhängige Einstellung aktiviert ist. In einer Umgebung, in der Fahrzeuge und Fußgänger aufeinander treffen, ist das keine Kleinigkeit.

Auch bei der Entfernung von Schallquellen verändert sich die Wahrnehmung. Ohne Gehörschutz hören sich ferne Schallquellen tendenziell näher an, als sie tatsächlich sind. Mit passiven Gehörschützern verschiebt sich diese Einschätzung. Menschen schätzen Entfernungen eher größer ein. Dies kann zum Problem werden, weil beispielsweise ein Stapler dann weiter weg erscheint, als er tatsächlich ist. Mit pegelabhängigen Geräten verändert sich die Wahrnehmung eher in die entgegengesetzte Richtung. Distanzen werden stärker unterschätzt, ein herannahender Stapler erscheint also noch näher als ohne Gehörschutz – ein sicherer Fehler als eine Überschätzung der Distanz.

Entscheidend: Bei beiden Wahrnehmungsgrößen – Richtung und Entfernung – hängen die Ergebnisse in der Fraunhofer-Studie stark vom jeweiligen Gerät und dessen Einstellungen ab. Die Erkenntnisse lassen sich nicht einfach auf alle pegelabhängigen Gehörschützer übertragen. Hinzu kommt, dass die Art des Signals eine Rolle spielt. Signale, die wie eine Hupe oder Rauschen aus vielen verschiedenen Tonhöhen bestehen, lassen sich leichter orten als Signale aus nur einzelnen Tonhöhen, wie etwa das typische Piepen von Gabelstaplern.

Detektion und Kommunikation in ruhigen Momenten

Sowohl beim Hören von Warnsignalen als auch beim Verstehen von Sprache zeigt sich: Pegelabhängige Gehörschützer ermöglichen es, leise Signale wahrzunehmen, die mit passivem Gehörschutz untergehen würden. In ruhigen Umgebungen funktioniert das fast so gut wie mit offenen Ohren. Mit steigendem Umgebungsgeräusch nimmt dieser Vorteil jedoch ab. Ab etwa 80 dB(A) gibt es keinen messbaren Unterschied mehr zwischen den Einstellungen. Sowohl pegelabhängige als auch passive Gehörschützer schützen bei hohen Pegeln demzufolge gleich gut, aber keiner ermöglicht besseres Warnsignalhören oder Sprachverstehen. Dieser Effekt ließ sich bei allen untersuchten Geräten in der ProSA-Studie beobachten.

Praxiseinsatz: Für wen eignet sich die Technik?

Die Forschungsergebnisse zeigen: Pegelabhängige Gehörschützer sind kein Allheilmittel, aber in bestimmten Situationen klar überlegen. Sie sind insbesondere in Umgebungen mit stark veränderlichem Geräuschpegel geeignet.

Für die Instandhaltungstechnikerin aus der Molkerei lohnt sich der Wechsel. In der lauten Abfüllung ist sie geschützt, in ruhigeren Bereichen kann sie mit Kolleginnen und Kollegen sprechen, ohne den Gehörschutz ständig auf- und abzusetzen. Ähnliches gilt für Schichtleitungen und Qualitätsbeauftragte, die Kontrollgänge durch verschiedene Bereiche machen. In ruhigen Bereichen verbessern sich Sprachverständlichkeit und Wahrnehmung von Warnsignalen deutlich gegen-

	Lärmarme Bereiche < 80 dB(A)	Lärmintensive Bereiche ≥ 80 dB(A)
Sprachverständlichkeit	✓	✗
Erkennung Warnsignale	✓	✗
Distanzwahrnehmung	✓ / ✗*	✓ / ✗*
Richtungswahrnehmung	✓ / ✗*	✓ / ✗*

Abb. 3: Arbeitsbereiche, in denen pegelabhängiger Gehörschutz hinsichtlich verschiedener Wahrnehmungsgrößen einen Vorteil gegenüber konventionellem passivem Gehörschutz bieten kann. Der Vorteil zeigt sich vor allem für Beschäftigte, die zwischen lärmarmen und lärmintensiven Bereichen wechseln. Sie sind durchgehend geschützt und müssen den Gehörschutz nicht ständig auf- und absetzen. * abhängig von Gerät und Einstellung © Fraunhofer IDMT

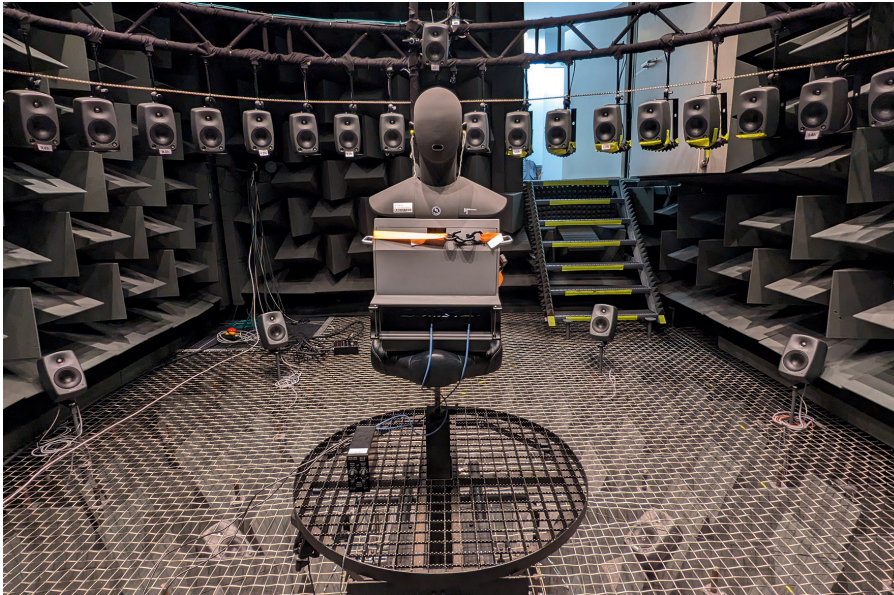


Abb. 4: Hörversuche und technische Messungen im Rahmen des Projekts „ProSA“ finden unter anderem im VR-Labor der Universität Oldenburg statt. Hier können unterschiedliche Arbeitsumgebungen akustisch realitätsnah simuliert werden. © Fraunhofer IDMT

über passivem Schutz. Auch in Bereichen, in denen die Lokalisation von Alarmsignalen besonders wichtig ist, etwa dort, wo Produktionsbeschäftigte mit Flurförderzeugen aufeinandertreffen, können die Ergebnisse relevant sein. Hier sollte jedoch beachtet werden, dass die Links-rechts-Lokalisation bei einigen Geräten beeinträchtigt sein kann.

Für den Produktionsmitarbeiter hingegen, der täglich an derselben Abfüllanlage mit konstant hohem Pegel von 85 bis 90 dB(A) arbeitet, ist kein messbarer Vorteil zu erwarten. Sprachverständlichkeit und Detektion von Warnsignalen bleiben unverändert. Zugleich kann die Richtungswahrnehmung, insbesondere die Unterscheidung zwischen links und rechts, bei einigen pegelabhängigen Geräten beeinträchtigt sein. Hier bleibt der klassische passive Gehörschutz weiterhin eine gute Wahl. Die Distanzwahrnehmung hingegen könnte selbst in lauter Umgebung mit pegelabhängigen Geräten besser sein, denn mit passiven Geräten werden Distanzen eher überschätzt – und das ist der gefährlichere Fehler.

„Pegelabhängige Gehörschützer können die Akzeptanz von Gehörschutz erhöhen und die Sicherheit verbessern – entscheidend ist aber, das richtige Gerät für die richtige Umgebung zu wählen.“

Offene Fragen und Perspektiven

Das ProSA-Projekt liefert einen bisher einzigartigen Überblick darüber, was pegelabhängige Gehörschützer in verschiedenen Hörsituationen leisten und wo ihre Grenzen liegen. Die Ergebnisse schaffen eine fundierte Grundlage für Empfehlungen im betrieblichen Arbeitsschutz und werfen zugleich neue Fragen auf, die die Forschung als nächstes beschäftigen werden.

Eine davon betrifft Beschäftigte mit Hörverlust. Alle bisherigen Messungen wurden mit normalhörenden Personen durchgeführt. Menschen mit Schwerhörigkeit sind an Lärmarbeitsplätzen jedoch keine Seltenheit. Wie pegelabhängige Gehörschützer bei die-

ser Personengruppe wirken und wie Schwerhörige am Lärmarbeitsplatz optimal versorgt werden sollten, ist bisher kaum erforscht. Längerfristig sollen die Projektergebnisse außerdem in konkrete Auswahlhilfen für Betriebe und Prüfinstitutionen münden, etwa Werkzeuge, die es dem Institut für Arbeitsschutz (IFA) ermöglichen, bei der Zertifizierung von Gehörschutz auch die Umgebungswahrnehmung systematisch zu berücksichtigen.

Sie arbeiten in der Lebensmittelbranche und möchten mehr über die Projektergebnisse erfahren oder sich mit uns austauschen? Wir freuen uns über Ihre Kontaktaufnahme. Weitere Informationen finden Sie auf unserer Projektseite: <https://www.idmt.fraunhofer.de/prosa>

Verweis auf das Forschungsprojekt

Die Ergebnisse entstammen dem Forschungsprojekt ProSA des Fraunhofer IDMT in Zusammenarbeit mit dem Institut für Arbeitsschutz (IFA) und einem Begleitkreis bestehend aus einem unabhängigen Gehörschutzexperten sowie Vertreterinnen und Vertretern des Deutschen Hörgeräte Instituts, verschiedener Berufsgenossenschaften und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Das Projekt läuft bis Ende 2026 und wird von der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) gefördert. Getestet wurden sechs in Deutschland gängige pegelabhängige Gehörschützer mit Personen ohne Hörverlust.