

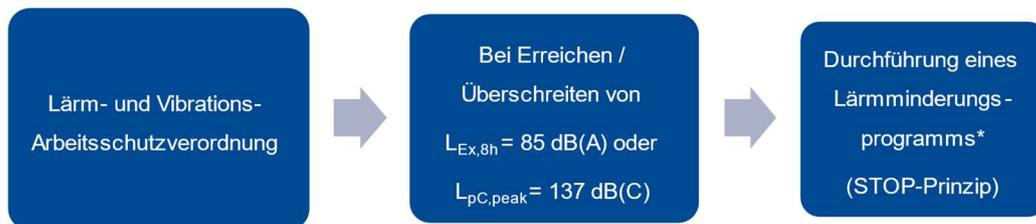
## Arbeitsschutztagung 2022

### Beratung zur Lärminderung – Die Akustische Kamera (Claudia Mattke)

Das Netzwerk Lärm und Vibrationen der BGN unterstützt Unternehmen bei der Ermittlung von Lärmschwerpunkten und der Durchführung von Lärminderungsmaßnahmen. Hier wird ein neues Instrument zur Lokalisation von Lärmschwerpunkten vorgestellt – die akustische Kamera.



#### Verpflichtung zur Lärminderung



\* Unterstützung durch die BGN mit verschiedenen Angeboten

Zuerst einmal: Warum Lärminderung? Weil sie vorgeschrieben ist.

In der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung sind untere und obere Auslösewerte angegeben. Auslösewerte, weil ab Erreichen/Überschreiten dieser Maßnahmen ausgelöst werden müssen.

Da sind der Tages-Lärmexpositionspegel  $L_{Ex,8h}$  (über eine 8-Stunden-Schicht gemittelter Schalldruckpegel) und der Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,Peak}$ .

Sind die hier aufgeführten oberen Auslösewerte erreicht, müssen Lärmbereiche gekennzeichnet werden. Das ist eine Maßnahme, die von den meisten Unternehmen umgesetzt wird. Weiterhin ist aber auch ein Lärmreduzierungsprogramm zu erstellen.

Dabei unterstützen wir Sie mit Lärmmessungen, aber auch mit Lärmprognosen bei Neuanlagen oder begleiten Sie im Rahmen von Modellprojekten bei Lärmreduzierungsmaßnahmen. Eines der Modellprojekte ist der Test neuer Materialien vor allem im Hinblick auf die Vereinbarkeit mit der Produkthygiene.

Da wir nicht alle Unternehmen besuchen können, wurde gerade das BGN-Lärmkompendium online gestellt, welches für verschiedene Lärmquellen Basismaßnahmen zur Lärmreduzierung aufzeigt.

<https://www.bgn-laermkompendium.de/>



## Technische Maßnahmen

Lokalisierung der entscheidenden Lärmquellen



Bei Lärmreduzierungsmaßnahmen ist es wichtig, in einem ersten Schritt die relevanten Lärmquellen zu bestimmen. Das ist in einer Produktionshalle nicht immer einfach, wenn komplexe Anlagen betrachtet werden müssen. Sie sehen hier mehrere Maschinen und Transportbänder.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Lärmquellen zu lokalisieren. Trauen Sie nicht immer Ihren Ohren! Das kann trügerisch sein.

## Lokalisation der Lärmquellen



Schallpegelmesser



Intensitätssonde

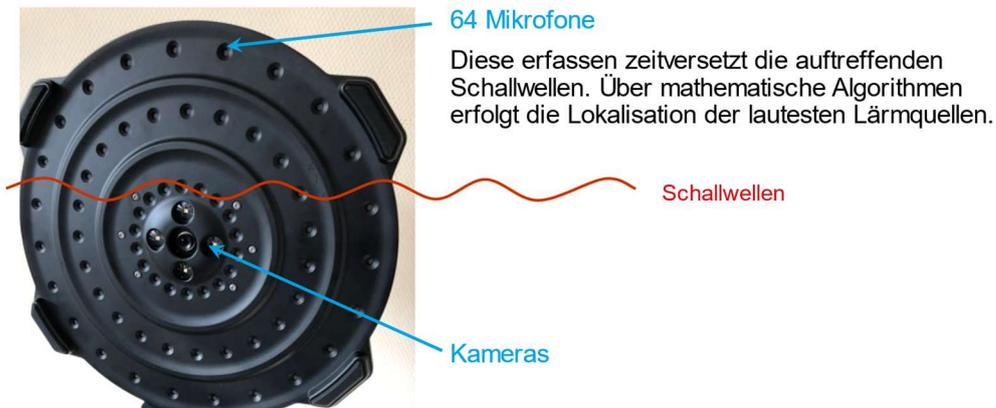


Akustische Kamera

In erster Linie werden immer noch Messungen mit Schallpegelmessern durchgeführt. Somit können in einem ersten Schritt die Bereiche mit den höchsten Pegeln ermittelt werden. Befinden sich jedoch mehrere Lärmquellen in unmittelbarer Nachbarschaft, überlagern sich die einzelnen Pegel und der Ursprung ist eventuell nicht mehr feststellbar.

Dann kann eine Intensitätssonde helfen. Diese besteht aus 2 Mikrofonen und einem Distanzstück. Über beide Mikrofone werden in Echtzeit die Schalldruckpegel gemessen. Unter Berücksichtigung der bekannten Distanz wird eine vektorielle Größe bestimmt - die Schallintensität. Damit kann ermittelt werden, aus welcher Richtung der größere Schalldruckpegel resultiert. Diese Technik kann man prinzipiell als Vorläufer der akustischen Kamera sehen.

## Prinzip der akustischen Kamera



Bei einer akustischen Kamera werden, je nach Ausführung, viele Mikrofone auf einem sogenannten Array angeordnet. Im Fall der von uns genutzten Kamera 64 Mikrofone. In der Mitte sind mehrere Kameras angeordnet. Je größer das Array ist, umso größer ist auch der zu erfassende Frequenzbereich. Werden zum Beispiel Windkraftträder begutachtet, bewegen sich die relevanten Frequenzen oft im Infraschallbereich. Die Wellenlänge bei solchen Frequenzen beträgt dabei über 20 m. Um diese Wellenlängen zu erfassen, sind die Array meist mehrere Meter groß. Der Handhabbarkeit halber haben wir uns für ein kompaktes Array entschieden, mit dem wir uns gut in den Produktionsbereichen bewegen können. Das Array kann getragen oder auf ein Stativ montiert werden.

Bei der Akustischen Kamera werden, vergleichbar mit der Intensitätssonde, zeitlich versetzt die auftreffenden Schallwellen hinsichtlich ihrer Frequenzen und Amplituden (d.h. der Höhe ihrer Auslenkung) erfasst. Mittels mathematischer Berechnungen wird ermittelt, wo die Herkunft der lautesten Schallquellen ist. Vor Ort können wir den Abstand zur Schallquelle von wenigen Zentimetern bis hin zu einigen Metern einstellen. Dann wird der Frequenzbereich abgescannt. Die Ergebnisse können als Screenshots bzw. als Videos festgehalten werden.

Was haben wir bis jetzt ermitteln können?

Was bereits bekannt war, kann jetzt auch visualisiert werden: der Effekt von unvollständigen Einhausungen. Einhausungen werden meist aus Gründen des Produkt- aber auch des Arbeitsschutzes (Stichwort Eingriff, siehe Vortrag „Sichere Maschinen“) eingesetzt. Um als lärmindernde Maßnahme wirken zu können, sind bei einer Einhausung auch kleinste Öffnungen relevant. Öffnungen am Boden, die zu Reinigungszwecken wichtig sind, bewirken höhere Schalldruckpegel im Bodenbereich. Verstärkend kommt noch hinzu, dass durch die Reflexionen am Boden (schallhart durch Fliesen oder Beton) eine Erhöhung des Schalldruckpegels eintritt. Es ist zu prüfen, ob im Inneren der Einhausung schallabsorbierende Materialien angebracht werden können, welche den vorhandenen Schalldruckpegel reduzieren. Falls das nicht möglich ist, ist zu prüfen, ob die nach unten offene Einhausung durch Bleche o.ä. geschlossen werden kann. Das natürlich immer unter Beachtung von Hygieneaspekten, Wärmeentwicklung etc. Ist eine Schließung des Deckels aus Gründen der Thermik, von Kondensatbildung oder Produktschutz nicht möglich, kann oberhalb solcher Aggregate eine Kombination aus Schallschürzen und Baffeln installiert werden, um den austretenden Schall zu absorbieren. Solche Kombinationen trifft man bereits vielfach in Produktionsanlagen an, z.B. in der Getränkeabfüllung im Bereich der Füller. Einhausungen mit einer Öffnungsfläche  $> 10 \%$  sind im Sinne der Lärminderung unwirksam.

Ein weiterer Effekt kann nun erstmalig gezeigt werden: die entscheidende Bedeutung der Geometrie im Bereich des Behälterbaus bzw. von Rohrleitungen. Dort gibt es verschiedene Ursachen, warum es in Kombination mit Vibrationen zur Entstehung von Schall führt.

Zum einen können durch Umlenkungen/Querschnittsänderungen etc. aus laminaren Strömungen turbulente entstehen. Diese Turbulenzen, z.B. in Form von Verwirbelungen im zu fördernden Medium, werden an die Wände von Behältern oder Rohrleitungen übertragen und am aktuellen Ort zu Vibrationen und somit zur Schallentstehung beitragen.

Die Vibrationen werden jedoch nicht nur am aktuellen Ort zur Schallentstehung führen. Sie können durch starre Verbindungen zu einer Weiterverbreitung führen und auch Materialien zum Vibrieren anregen, die mit der ursprünglichen Anregung nichts zu tun haben. Das kennt fast jeder. Man steht auf einem Podest und spürt die Vibrationen, die von einer Maschine im direkten Umfeld oder auch aus der Nachbarhalle stammen.

Podeste, Leitungen etc. sollten deshalb nicht starr montiert, sondern entkoppelt miteinander verbunden werden.

## Grenzen der Technik

- Tiefe Frequenzen
- Hohe Frequenzen
- Kleine Geometrien
- Diffuses Schallfeld (eine Vielzahl nahezu gleich lauter Schallquellen)
- Ersetzt keine fachkundige Schallpegelmessung

Was kann man jetzt bereits feststellen bzw. was ist noch zu klären?

Die akustische Kamera ist nicht in den Grenzen eines üblichen Schallpegelmessers (16-16000 Hz) einsetzbar. Das liegt nicht nur an der von uns eingekauften Kamera, sondern an der komplizierten Technik zur Erfassung und Bewertung der auftreffenden Schallwellen.

Auch kleine Geometrien sind vermutlich nicht exakt abbildbar. So wurde bei einem Maschinenhersteller von Verpackungsmaschinen ein Quietschen in der Peripherie der Maschine ausgemacht. Das konnte von der Kamera nicht lokalisiert werden. War das Quietschen nicht laut genug? War die zu findende Lärmquelle nicht groß genug? Letztlich wurde die Quelle durch Austausch verschiedener Teile herausgefunden und die Ruhe nach dem Abstellen war wohltuend.

Sind viele fast gleiche Schallquellen vorhanden bzw. ist das Schallfeld durch Reflexionen beeinflusst (diffuses Schallfeld), können einzelne Lärmquellen ebenfalls nicht lokalisiert werden.

Und: durch den im Vergleich zu herkömmlichen Schallpegelmessern eingeschränkten Frequenzbereich wird keine herkömmliche Schallpegelmessung ersetzt.