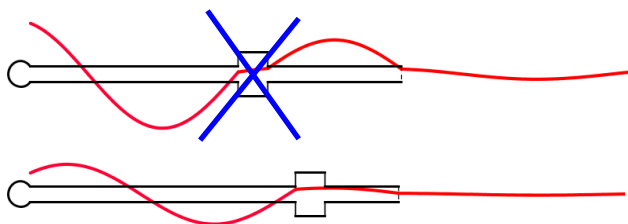


Messstelle nach §§ 26/28
BImSchG für Geräusche und
Erschütterungen

IBS Ingenieurbüro für Schall-
und Schwingungstechnik GmbH
Beindersheimer Str. 79
D-67227 Frankenthal/Pfalz
Telefon: +49 (0) 6233/37989-0
Telefax: +49 (0) 6233/37989-16
E-Mail: mail@ibs-akustik.de
Internet: www.ibs-akustik.de

Aktuelles / NEWS



Richtige Positionierung eines Reflexionsschalldämpfers

• Umweltzeichen

Die Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung (32. BImSchV) regelt u.a. das In-Verkehr-Bringen bzw. das In-Betrieb-Nehmen von Geräten und Maschinen, die im Freien verwendet werden.

In der Verordnung werden auch Regelungen für den Betrieb in Wohngebieten vorgegeben. So dürfen in reinen, allgemeinen und besonderen Wohngebieten, Kleinsiedlungsgebieten, Sondergebieten (die der Erholung dienen), Kur- und Klinikgebieten, Gebieten für die Fremdenbeherbergung sowie auf dem Gelände von Krankenhäusern und Pflegeanstalten Geräte und Maschinen, die unter den Anwendungsbezug der 32. BImSchV fallen, nicht an Sonn- und Feiertagen (ganztägig) sowie an Werktagen in der Zeit von 20:00 – 07:00 Uhr betrieben werden. Darüber hinaus dürfen **Freischneider**, **Grastrimmer** bzw. **Graskantenschneider** sowie **Laubbläser** und **Laubsammler** in o.a. Gebieten an Werktagen auch nicht in der Zeit von 07:00 bis 09:00 Uhr, von 13:00 bis 15:00 Uhr und von 17:00 bis 20:00 Uhr betrieben werden, es sei denn, sie sind

durch das Umweltzeichen der Europäischen Union (EU) gekennzeichnet:



Allerdings wurde das Umweltzeichen der EU seit Inkrafttreten der Verordnung bis dato (Ende 2012) noch nie für Gartengeräte vergeben, weil keine verbindlichen Vergabekriterien bestehen.

National gibt es in Deutschland inzwischen zwar das Umweltzeichen "DER BLAUE ENGEL" für lärmarme und schadstoffarme Gartengeräte, dessen Vergabe u.a. an höchstzulässige Schallleistungspegel geknüpft ist [z.B. $L_{WA, Freischneider} \leq 104 \text{ dB(A)}$],



RAL-UZ-129

formal ersetzt es aber nicht das Umweltzeichen der EU im Sinne der 32. BImSchV. De facto dürfen Freischneider, Grastrimmer bzw. Graskantenschneider sowie Laubbläser und Laubsammler

THEMEN

- Umweltzeichen
- Fachbeitrag: "Schall in Rohrleitungen und Positionierung eines Reflexionsschalldämpfers"
- Themenbezogene und aktuelle Veröffentlichungen
- Seminare 2013

in den genannten Gebieten nach den derzeitigen Regelungen daher nur an **Werktagen** in der Zeit von **09:00 bis 13:00 Uhr** und von **15:00 bis 17:00 Uhr** betrieben werden! In Rheinland-Pfalz finden die Betriebsregelungen der 32. BImSchV übrigens auch auf Dorf- und Mischgebiete Anwendung (siehe §8 LImSchG).

An dieser Stelle sei zudem auf die GPP-Regelungen der EU für ein umweltorientiertes, öffentliches Beschaffungswesen für Gartenprodukte und –dienstleistungen hingewiesen.

Kennziffer 1/13/1

• **Fachbeitrag:**
“Schall in Rohrleitungen und Positionierung eines Reflexionsschalldämpfers“

Schalldämpfer sollen die ungestörte Ausbreitung von Schallwellen in Rohrleitungen unterbinden. Dabei unterscheidet man gerne zwischen Absorptions- und Reflexionsschalldämpfern.

Wellen mit hohen Frequenzen und entsprechend kleinen Wellenlängen eignen sich gut für Absorption. Die Welle kann oft mehrere Wellenlängen, mindestens jedoch eine viertel Wellenlänge tief ins Absorptionsmaterial eindringen.

Tiefe Frequenzen mit langen Wellenlängen würden extrem große und damit sehr teure Absorptionsschalldämpfer benötigen. Dafür werden tiefe Frequenzen im Gegensatz zu hohen an Querschnittsprüngen reflektiert. Diese Reflexion kann zur Pegelreduktion beitragen und soll im Folgenden erklärt werden.

Erreicht eine tieffrequente, „langsam schwingende“ Schallwelle mit der Amplitude p_+ in einem Kanal einen Querschnittsprung, z.B. am Kanalende, kommt es zu einem Druckausgleich mit der nahen Umgebung. Dieser Druckausgleich - beschrieben durch einen negativen Druck p_- - ist der Ausgangspunkt der in den Kanal zurückreflektierten Schallwelle. Als Formel geschrieben, gilt für den Druck am Rohrende p_s :

$$p_+ + p_- = p_s \approx 0$$

Man stelle sich vor, dass beispielsweise 95% der Schallwelle reflektiert werden, dann gilt $p_- \approx -p_+$. Die nicht reflektierten 5% darf man trotzdem nicht vernachlässigen. Der verbleibende Druck p_s verursacht eine kugelförmige Schallwelle. Diese ist sehr viel schwächer als die Schallwelle im davor liegenden Kanal. Der Unterschied in dB beträgt in unserem Beispiel $20 \log \frac{5}{100} = -26 \text{ dB}$. Da in Kanälen aber Schalleistungen von 130 dB und mehr gängige Größen sind, können auch die 5% der Amplitude, die nicht reflektiert werden, sehr starke Schallquellen darstellen.

Die hochfrequente „schnell schwingende“ Schallwelle hat die Tendenz des Druckausgleichs natürlich auch. Der Druckausgleich kann jedoch nur mit Schallgeschwindigkeit erfolgen. Das ist für den Mittelteil der Wellenfront zu langsam. Dort findet kein Druckausgleich mehr statt. Eine Kugelwelle kann sich nicht formen. Sobald 2 Wellenlängen oder mehr in den Kanal quer hineinpassen, kann man sagen, dass der Schall als Strahl unreflektiert den Querschnittsprung passiert.

Damit ergibt sich folgender Sachverhalt. Niedrige Frequenzen, die sich in Leitungssystemen nur als ebene Wellen ausbreiten, können reflektiert werden. Hohe Frequenzen, deren Wellenlängen kleiner als der Leitungsdurchmesser sind, werden kaum reflektiert. Dabei hängt die Grenze von der Dimension der Rohrleitung ab. Dementsprechend werden in großen ($d > 1000 \text{ mm}$) und sehr großen Kanälen von Kraftwerken und Lüftungsanlagen nur Absorptionsschalldämpfer – evtl. mit Resonatoren und Kanalunterteilungen – eingesetzt. In kleineren Dimensionen ($d < 300 \text{ mm}$) wie bei Abgasleitungen setzt man dagegen meist Systeme mit Reflexion ein.

Dabei gilt folgende Regel. **Die stärkste Reflexion findet immer am offenen Ende zur Atmosphäre hin statt.** Diese Mündungsreflexion „tiefer Frequenzen“ bestimmt wesentlich das ganze Geschehen.

Blechblasinstrumente nutzen übrigens diesen Effekt zur Tonerzeugung. Tiefe Frequenzen werden am Mündungstrichter einer Trompete reflektiert. Es bildet sich eine stehende Welle im Instrument – der natürliche

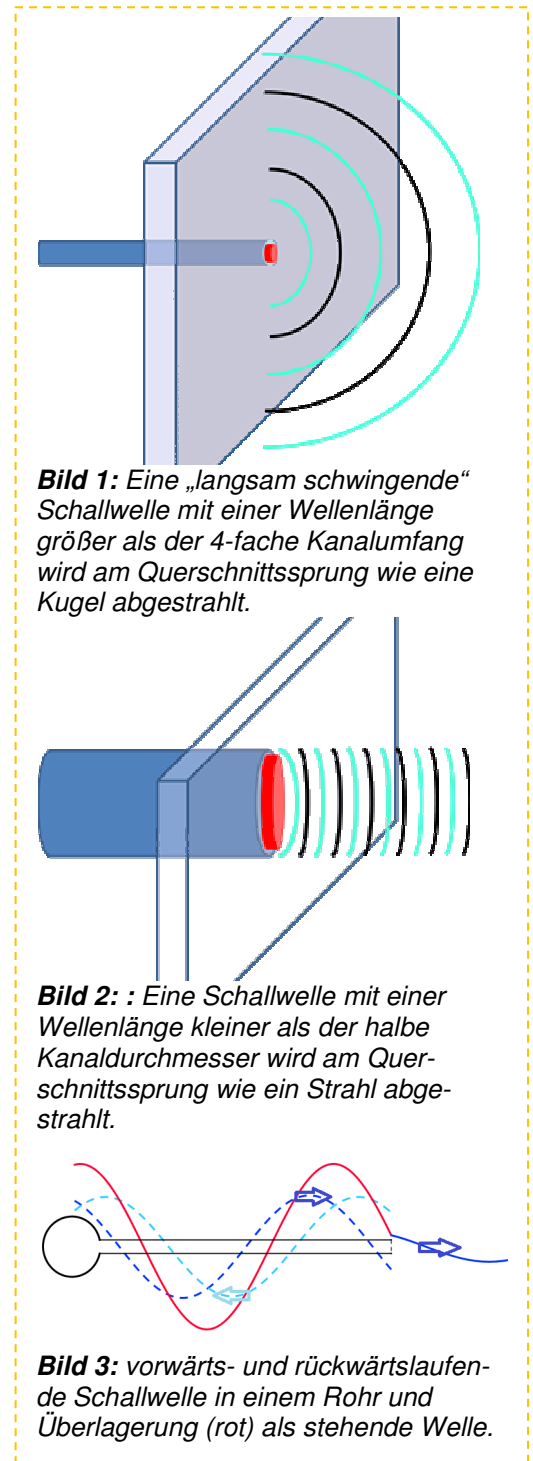


Bild 1: Eine „langsam schwingende“ Schallwelle mit einer Wellenlänge größer als der 4-fache Kanalumfang wird am Querschnittsprung wie eine Kugel abgestrahlt.

Bild 2: Eine Schallwelle mit einer Wellenlänge kleiner als der halbe Kanaldurchmesser wird am Querschnittsprung wie ein Strahl abgestrahlt.

Bild 3: vorwärts- und rückwärtslaufende Schallwelle in einem Rohr und Überlagerung (rot) als stehende Welle.

Grundton. Die Obertöne des Grundtons haben nun Frequenzen, die hoch genug sind, um den Trichter zu passieren und gerichtet abgestrahlt zu werden. Dabei gilt: je größer der Trichter, desto tiefer liegt die Grenze zwischen Reflexion und Abstrahlung.

Betrachten wir nun wieder das Schallwellenfeld in der Rohrleitung. Eine ebene Schallwelle läuft von links nach rechts auf das Rohrende zu – Bild 3. Dort wird die Schallwelle reflektiert. Die Reflexion erfolgt mit umgekehrtem Vorzeichen und die reflektierte Schallwelle läuft nun von rechts nach links. Die Überlagerung von beiden ergibt eine stehende Welle (rot) in der Rohrleitung. Die animierte Grafik finden Sie übrigens auf unserer Homepage (http://www.ibs-akustik.de/Projektbeispiele/ProjektLaerm/LaermBeispiel_7/laermbeispiel_7.html).

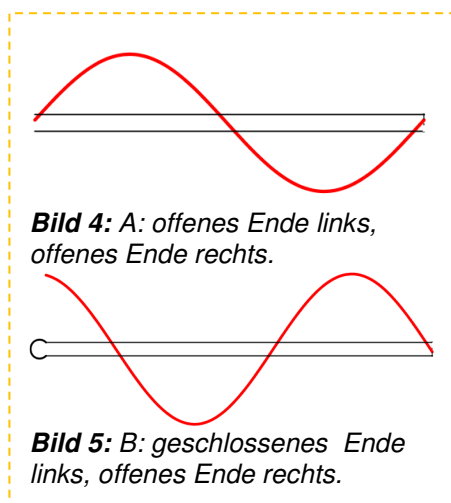


Bild 4: A: offenes Ende links, offenes Ende rechts.

Bild 5: B: geschlossenes Ende links, offenes Ende rechts.

Die Amplitude der stehenden Welle und damit die Intensität des abgestrahlten Geräusches – es werden ja nur 95% reflektiert – hängt von der Reflexion am linken Rand und der Länge des Rohres ab. Dabei sind vor allem die folgenden beiden Konfigurationen typisch.

A: Am linken Rand ist ein offenes Ende. Auch hier wird der Schall mit Vorzeichenumkehr reflektiert. Es bilden sich Resonanzen, wenn Vielfache einer halben Wellenlänge längs in die Leitung passen. Im Rohr laufen die Schallwellen im Resonanzfall hin und her. Da sie am Rohrende aber immer phasengleich ankommen und sich überlagern, werden trotz Reflexion sehr hohe Pegel abgestrahlt. Das offene Rohrende ist typisch bei Axialventilatoren und anderen Gebläsen.

B: Am linken Ende wird der Schall „hart“ reflektiert. Man spricht auch von einem geschlossenen Ende. Auch hier bilden sich Resonanzen, allerdings bei $1/4\lambda$, $3/4\lambda$, $5/4\lambda$, u.s.w. Die schallharte Reflexion ist typisch für Kolbenmaschinen.

Viele Schallquellen in Rohrleitungen strahlen Geräusche bevorzugt schmalbandig in wenigen Frequenzen ab. Passen die Wellenlängen dieser Frequenzen zu einer der oben genannten Resonanzen, kann die Verlängerung oder Verkürzung des Kanals um $1/4\lambda$ das abgestrahlte Geräusch deutlich senken.

Ist dies nicht möglich, muss ein Reflexionsschalldämpfer in der Rohrleitung geschickt platziert werden. Die Wirkung eines solchen Schalldämpfers lässt sich gut quantitativ vorhersagen. Sie hängt in erster Linie von der Einbauposition ab.

Bild 6 zeigt das Schallfeld in einem Rohr, in das $5/4$ der Wellenlänge passen. Mit einer entsprechenden Schallquelle bildet sich in diesem Rohr eine Resonanz aus, die Schall gut abstrahlt. Wird ein Schalldämpfer in den Druckbauch von der Mündung platziert (Bild 7), verändert sich das Schallfeld drastisch.

Dabei gelten für kleine Schalldämpfer folgende Gesetze:
I: Die Drücke am rechten und linken Rand sind gleich
II: Der Zustrom an Schall über die Rohre reicht nicht aus, einen hohen Druck aufzubauen.

Aus I und II folgt, dass der Druck im ganzen Rohrsystem zusammenbricht und weniger Schall abgestrahlt werden kann.

Wird ein Schalldämpfer in einem Druckknoten platziert, gelten die gleichen Gesetzmäßigkeiten I und II. Da der Druck jedoch nahe Null war, verändert sich das Schallfeld kaum und der Schalldämpfer hat nur einen kleinen schallreduzierenden Effekt (Bild 8).

Der Autor – Prof. Dr. Frieder Kunz – hat 15 Jahre Berufserfahrung in der Entwicklung von Abgasschalldämpfern. Er bietet in Zusammenarbeit mit der IBS rechnerische Schalldämpferauslegungen und ein Seminar zur Akustik von Abgasanlagen an, in welchem zusätzlich auch folgende Themen behandelt werden:

Auslegung und Positionierung von schmalbandigen Resonatoren. Schallquellen in Rohrleitungssystemen. Konstruktionsrichtlinien für Abgasanlagen.

Kennziffer 1/13/2

Kanalsysteme mit Schallquelle links und offenem Ende rechts.

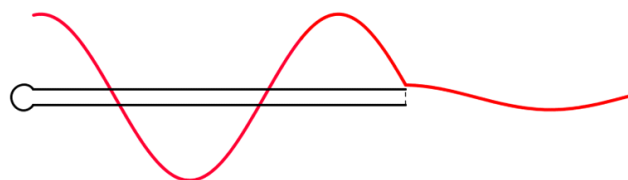


Bild 6: Schallwelle in einem Rohr der Länge $\lambda*5/4$

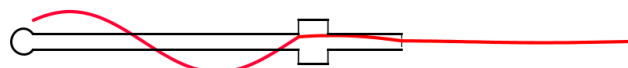


Bild 7: Schalldämpfer $\lambda/4$ vom Rohrende in einem Druckbauch der Welle platziert.

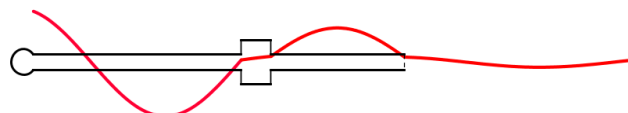


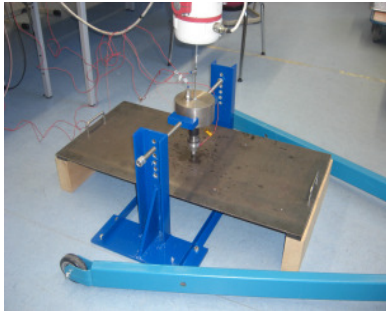
Bild 8: Schalldämpfer $\lambda/2$ vom Rohrende in einem Druckknoten der Welle platziert.

• **Themenbezogene und aktuelle Veröffentlichungen**

Ein erweiterter Ansatz zur Schwingungs- und Körperschallisolierung

Teil 2: Körperschallisolierung

Gholam Reza Sinambari



Im Gegensatz zur Schwingungsisolierung ist es nicht möglich, für die Körperschallisolierung ein rein analytisches Berechnungsverfahren anzugeben. Dies liegt einerseits daran, dass im Bereich höherer Frequenzen die Strukturen zahlreiche Eigenfrequenzen aufweisen, für die keine geeigneten Berechnungsgrundlagen analog zur Schwingungsisolierung vorliegen. Andererseits existieren

auch für die Federelemente keine allgemein zugänglichen Daten bezüglich ihres dynamischen Verhaltens. Aufbauend auf die theoretischen Grundlagen wird ein vereinfachtes Näherungsverfahren für die Körperschallisolierung mit Hilfe von elastischen Elementen angegeben und durch Modelluntersuchungen experimentell überprüft.

(Artikel in Lärmbekämpfung Bd. 6 (2011) Nr. 3 - Mai)

Kennziffer 1/13/3

Geräuschreduzierung durch Körperschallisolierung

Gholam Reza Sinambari

Die durch Körperschallübertragung verursachte Geräuschentwicklung von angeschlossenen bzw. gekoppelten Bauteilen und/oder Strukturen lässt sich an einer Maschine (Erregerquelle) durch geeignete Körperschallisolierungen deutlich reduzieren. Im Gegensatz zur Schwingungsisolierung, bei der man eine unendlich hohe Anschlussimpedanz voraussetzt, kann man bei der Körperschallisolierung für Erregerfrequenzen oberhalb von 100 Hz nur für idealisierte Randeinspannungen, z.B. eine ideale Platte, ein rein analytisches Berechnungsverfahren angeben. Dies liegt einerseits daran, dass im Bereich höherer Frequenzen die Struktur- bzw. Fundamentimpedanz endliche Werte hat und die angeschlossenen Strukturen zahlreiche Eigenfrequenzen aufweisen. Andererseits existieren für die Federelemente keine allgemein zugänglichen Daten bezüglich ihres dynamischen Verhaltens im hochfrequenten Bereich. Darüber hinaus ist die Annahme, dass die Federelemente masselos sind, wie man es bei der Schwingungsisolierung voraussetzt, bei der Körperschallisolierung nicht zulässig. Im Rahmen dieses Beitrages wird, aufbauend auf die theoretischen Grundlagen, ein vereinfachtes Näherungsverfahren für die Körperschallisolierung mit Hilfe von elastischen Elementen angegeben.

(Beitrag zur 38. Jahrestagung für Akustik DAGA 2012, 19. bis 22.03.2012)

Kennziffer 1/13/4

• **Seminare 2013**

Seminarveranstaltungen der IBS GmbH bzw. unter Beteiligung der IBS GmbH:

➤ **Konstruktionsakustik**
3-tägiges Seminar

Termin: 11. - 13.06.2013
Hotel Central, Frankenthal

(bei Bedarf auch als Inhouse-Seminar beim Kunden)

Kennziffer 1/13/5

➤ **Technische Lärminderung bei Maschinen und Geräten**

Grundlagen – Technologien – Projektbeispiele

Termin: 09. – 10.10.2013

Kennziffer 1/13/6

➤ **Akustik von Abgasanlagen**
1,5-tägiges Seminar

Termin: bei Bedarf, auch als Kunden-Inhouse-Seminar

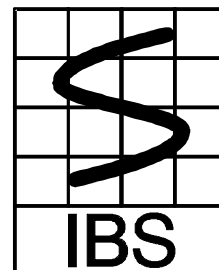
Kennziffer 1/13/7

➤ **Schallschutz bei gebäudetechnischen Anlagen**
1-tägiges Seminar

Termin: bei Bedarf, auch als Kunden-Inhouse-Seminar

Kennziffer 1/13/8

Fax-Antwort 06233/37989-16
oder einscannen und per E-Mail an mail@ibs-akustik.de



Firma / Behörde:

Abteilung:

Titel, Name:

Postfach/Straße:

PLZ/Ort:

Tel.:

Fax:

E-Mail:

Messstelle nach §§ 26/28
BImSchG für Geräusche und
Erschütterungen

IBS Ingenieurbüro für Schall-
und Schwingungstechnik GmbH
Beindersheimer Straße 79
D-67227 Frankenthal/Pfalz
Telefon: +49 (0) 6233 / 37989-0
Telefax: +49 (0) 6233 / 37989-16
E-Mail: mail@ibs-akustik.de
Internet: www.ibs-akustik.de

Kennziffer

- 1/13/1:** Bitte mailen Sie mir die Vergabegründlagen für das Umweltzeichen Lärmarme und schadstoffarme Gartengeräte RAL-UZ-129 als PDF-Datei
 - 1/13/1:** Bitte mailen Sie mir das Produktblatt "Gartenprodukte und – dienstleistungen – Umweltorientiertes öffentliches Beschaffungswesen (GPP)" als PDF-Datei
 - 1/13/2:** Bitte um Rückruf
 - 1/13/3:** Bitte mailen Sie mir die PDF-Datei des Artikels
 - 1/13/4:** Bitte mailen Sie mir die PDF-Datei des Manuskripts
 - 1/13/5:** Veranstaltungsprogramm (Seminar 11. – 13.06.2013)
 - 1/13/6:** Veranstaltungsprogramm ¹
 - 1/13/7:** Seminarinhalte
 - 1/13/8:** Seminarinhalte
-
- Bitte senden Sie uns Ihre Infomappe mit Referenzliste zu**
 - Bitte senden Sie uns eine Liste Ihrer aktuellen Veröffentlichungen zum Thema Lärm- und Schwingungsminderung**
 - Wir haben ein konkretes Lärm- oder Schwingungsproblem. Bitte rufen Sie uns an**

<http://www.ibs-akustik.de>

mail@ibs-akustik.de

¹ Flyer steht voraussichtlich ab Juli 2013 zur Verfügung