

TECHNISCHER FACHHANDEL

• ENTWICKLUNG

• WEITERVERARBEITUNG

Dieselstraße 33-35
63071 Offenbach am Main
<http://www.schimmel-gmbh.de>
Telefon 069/985422 – 00

Postfach 10 17 62
63017 Offenbach am Main
schall@schimmel-gmbh.de
Telefax 069/985422 – 60/61/62

Johann W. Schimmel  **GmbH**

Schallschutz-Handbuch - Noise Control-Manual

Kooperation Lärmschutz



Kooperation
Lärmschutz

UNSERE KOMPETENZ UND STÄRKE LIEGT IN:

- ANTRIEBSELEMENTEN
- ARBEITSSCHUTZPRODUKTE
- CHEMOTECHNISCHE PRODUKTE
- SCHLAUCHTECHNIK

- LÄRM- u. SCHALLSCHUTZ
- TECHNISCHE GUMMI u. KUNST-STOFFWAREN
- DICHTUNGS- u. SCHMIERMITTEL



DQS-zertifiziert nach
DIN EN ISO 9001:2000 Reg.-Nr. 54719

Kooperation Lärmschutz

Inhalt

Das Wichtigste in Kürze 1

Körperschalldämpfung 2

Körperschalldämmung 3

Luftschalldämpfung 4

Luftschalldämmung 5

Kleber 6

Anhang 7



... und im Internet finden Sie uns unter:

www.kooperation-laermschutz.de



Die 7 Plus für weniger Lärm

Lärmschutz – eine Herausforderung unserer Zeit



Die KOOPERATION LÄRMSCHUTZ, ein freier Unternehmensverbund mit Spezialisten, hat es sich zur Aufgabe gemacht, Lärm und die damit entstehenden Probleme fachmännisch zu beheben. Lärmschutz - ein aktuelles Thema, dem mehr und mehr Bedeutung zuerkannt wird; zum einen von der allgemeinen Umwelt- und Arbeitsschutzseite, zum anderen von immer aufgeklärteren Mitarbeitern. Dazu kommt, dass man erst seit einigen Jahren die Gesundheitsgefährdung von Lärm und deren Spätfolgen richtig erkannt hat. Bedingt durch die ausgereiften Lärmmess-techniken und die Vielfalt der unterschiedlichen Materialien ist für die Lösung von Lärmproblemen ein kompetenter Partner notwendig.

Denn:

Allgemein gehaltene und standardisierte Lösungsmöglichkeiten sind in den wenigsten Fällen realisierbar. Auftretender Lärm muss von einem Fachmann erkannt und gemessen werden. Erst nach Kenntnis aller lärmbeeinflussenden Faktoren kann er eine individuelle und wirkungsvolle Lärmschutzlösung konstruieren.

Die KOOPERATION LÄRMSCHUTZ bietet eine flächendeckende Betreuung mit produktneutraler Beratung in Deutschland und Dänemark an. Die Spezialisten arbeiten für firmenspezifische Produktprobleme individuelle Lösungen aus. Durch stetigen Ideen- und Erfahrungsaustausch entstehen optimale Weiterentwicklungen. Die Mitarbeiter der KOOPERATION werden tagtäglich mit Lärmaufkommen unterschiedlichster Art konfrontiert und kennen somit die verschiedenartigen Materialien, Systeme und Lösungen für Lärminderungen.

Sicherheit – Handling – Design

Eine Zusammenarbeit mit einem Partner, der unter dem Zeichen der KOOPERATION LÄRMSCHUTZ auftritt, gibt die Sicherheit, dass durchzuführende Lärmschutzmaßnahmen praktikabel, technisch ausgereift und wirtschaftlich gelöst werden.

Sie profitieren von erfolgreich durchgeführten Maßnahmen und dem hohen fachlichen Wissensstand der Kooperationsmitglieder.

Wir zeigen Anwendungsbeispiele und Lösungen, die fachgerecht und individuell auf das jeweilige Lärmschutzproblem zugeschnitten sind.

Handling

Die Mitglieder der KOOPERATION LÄRMSCHUTZ sind Ihre Partner von Anfang an. Ein ausgearbeitetes Punkte Programm gibt Ihnen Sicherheit in der Abwicklung.

Design

Moderne Materialien mindern nicht nur den Lärm - sie verbessern oft auch die Optik. Die Beispiele auf den folgenden Seiten werden Sie überzeugen.





Die Messtechnik

Mit modernster Messausrüstung erfolgt eine objektive Aufzeichnung aller relevanten Schallereignisse.

Die Beratung

Durch Ermittlung des Ist-Zustandes im Büro- oder Produktionsbereich sind die Grundlagen für die weitere Bearbeitung erarbeitet.

Das System

Die vor Ort erstellten Messdaten bilden die Grundlage für die dann folgenden Beratungsgespräche.

Die Planung

Unsere Anwendungstechniker setzen die Ergebnisse der Kundengespräche und der Schallmessung in lärmindernde Konstruktionen um.

Die Lösung

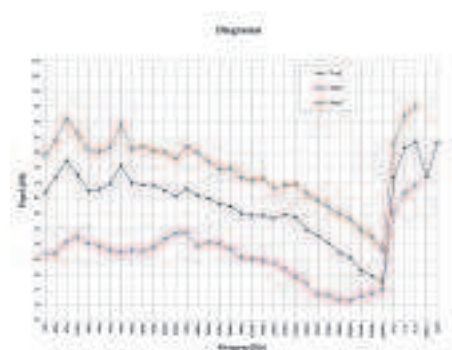
Bei Beratungsgesprächen werden Lösungen diskutiert. Das Ziel ist eine optimale Maßnahme auszuarbeiten, die technische, betriebsinterne und wirtschaftliche Gesichtspunkte berücksichtigt.

Die Montage

Nach genehmigten Zeichnungen wird unter Berücksichtigung aller Kundenwünsche produziert und montiert.

Der Service

Wenn die Schallschutzanlage fertiggestellt, geliefert und am Bestimmungsort montiert ist, stehen die Mitarbeiter der KOOPERATION zur abschließenden Überprüfung der Lärmschutzmaßnahme zur Verfügung. Selbstverständlich bleiben sie auch bei allen auftauchenden Problemen und bei evtl. produktionstechnisch bedingten Änderungen Ihr Partner.



Weniger Lärm – mehr Design

Gestalten Sie mit Lärmschutz-Elementen

Viele Lärmschutzmaterialien und -systeme eignen sich neben dem hauptsächlichen Einsatzzweck - der Lärminderung - auch für eine anspruchsvolle Gestaltung Ihrer Büroräume, Produktionshallen, Besprechungszimmer und ... und ... und ...



Lärmschutzsysteme sind individuelle Maßarbeit

Leitfaden für das Handbuch

Das Lärmschutz-Handbuch unterteilt sich in 7 Register.

1. Das Wichtigste in Kürze
2. Körperschalldämpfung
3. Körperschalldämmung
4. Luftschalldämpfung
5. Luftschalldämmung
6. Kleber
7. Anhang

Die Problematik des Lärmschutz liegt in der Tatsache, dass es keine einfachen Lösungen gibt, d. h. wir können Ihnen in diesem umfassenden Handbuch nur Ausgangsmaterialien und bereits realisierte Lärmschutzlösungen vorstellen. Lärmschutzmaßnahmen sind prinzipiell individuelle und maßgeschneiderte Lösungen. Das Handbuch befasst sich mit Lärmaufkommen in allen bekannten Arbeitsbereichen. Wir empfehlen Ihnen daher, die Ausarbeitungen in Ruhe durchzulesen, nur so bekommen Sie einen Überblick über realisierbare Lösungen.

Vielfalt

So vielfältig wie das Lärmaufkommen ist, so vielfältig sind auch die Lösungen. Wir waren bemüht, das Handbuch so übersichtlich wie nur möglich zu gestalten. Sollten Sie dennoch einen gewünschten Artikel nicht sofort finden, gibt Ihnen das Stichwortverzeichnis auf den Seiten 7.4.1 und 7.4.2 schnell und sicher Auskunft. Darüber hinaus haben Sie natürlich jederzeit die Möglichkeit, sich bei einem der Kooperationspartner telefonisch oder persönlich zu informieren.

Die Telefonnummer, Faxnummer und Adresse Ihres Kooperationspartners finden Sie auf dem Deckblatt.

Realisierte Lärmschutzsysteme

Direkt im Anschluss an diesen Leitfaden zeigen und beschreiben wir Ihnen realisierte Lärmschutzsysteme. Diese erfolgreich durchgeführten Maßnahmen sollen Ihnen beispielhaft die Vielseitigkeit der Möglichkeiten aufzeigen. Sie reichen von Vibrations- und Schwingungselementen über Geräteabdeckungen, Deckenverkleidungen und Aggregatkapselungen bis zu kompletten Kabinen.

Individuelle Maßarbeit

Lärmschutzsysteme gibt es nicht ab Lager. Wenn Sie in Ihrem Unternehmen über Lärmreduzierung nachdenken, berücksichtigen Sie bitte, dass jede wirkungsvolle Lärmschutzmaßnahme individuell und maßgenau ausgearbeitet und produziert werden muss. Es müssen Vorbereitungs- und Produktionszeiten eingeplant werden. Je nach Umfang und Ausführung der Maßnahmen sollten Sie sich rechtzeitig mit dem ausführenden Unternehmen abstimmen. Nur bei exakter und projektbezogener Detailausführung erreichen wir gemeinsam ein optimales Ergebnis.

Technischer Fortschritt

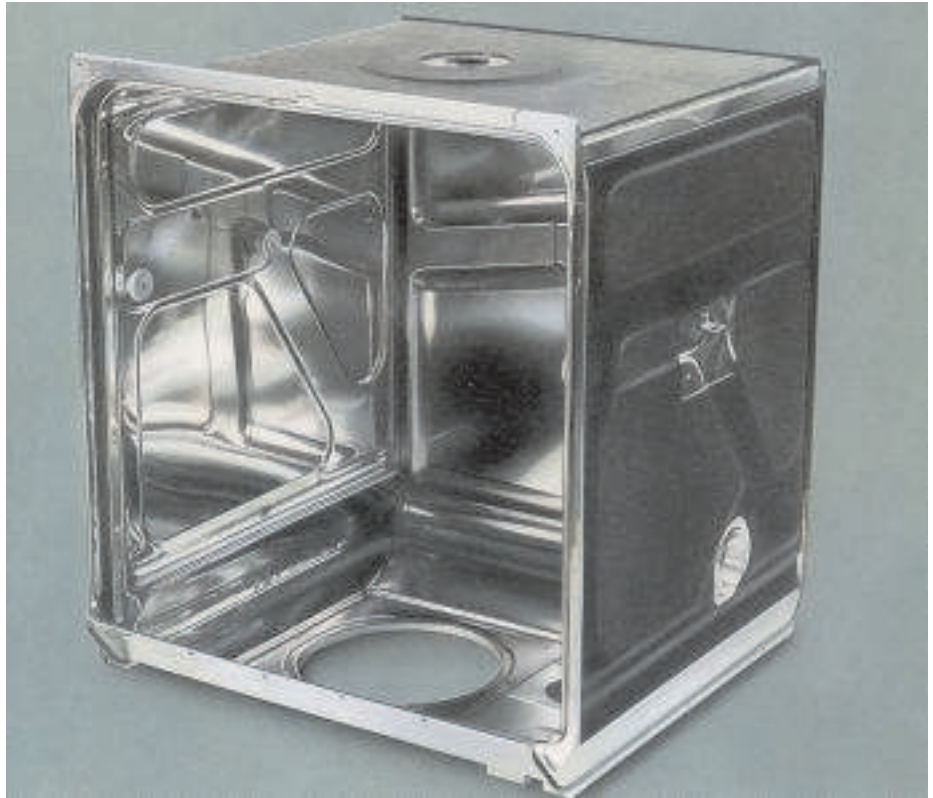
Das Handbuch wurde auf der Basis des z. Zt. der Bearbeitung aktuellen Wissensstandes angefertigt. Sowohl Hersteller als auch Mitglieder der KOOPERATION arbeiten ständig an einer Verbesserung der Materialien und der Ausführungen. Material- und Qualitätsveränderungen auf Grund technischer Weiterentwicklungen behalten wir uns vor. Da Druckfehler bei einer umfassenden Dokumentation nie ausgeschlossen werden können, sind Abbildungen und Daten unverbindlich.

KOOPERATION LÄRMSCHUTZ - ein Unternehmensverbund

Die KOOPERATION ist ein europaweiter Unternehmensverbund von Spezialisten, der es sich zur Aufgabe gemacht hat, Lärm und die damit verbundenen Probleme fachmännisch zu beheben. Jedes Kooperationsmitglied arbeitet auf eigene Rechnung und auf eigene Gefahr. Es gelten die jeweils firmeneigenen Geschäftsbedingungen.



Körperschall- dämpfung



Spül- bzw. Waschmaschinegehäuse mit spritz-, streich- oder spachtelbaren Antidröhnmaterialien ausgekleidet.

Der Körperschall wird meist von festen Körpern abgestrahlt, die durch Schallübertragungen zum Schwingen angeregt werden. Der z. B. in einer Maschine entstehende Körperschall breitet sich sehr schnell und fast ohne Verlust in Metallteilen und Maschinenverkleidungen etc. aus. Die Oberflächen der Verkleidungen beginnen zu schwingen und versetzen die angrenzende Luft ebenfalls in Schwingungen. Das bedeutet: Körperschall erzeugt auch immer Luftschall. Eine Körperschalldämpfung erreicht man dadurch, dass ein Teil der Schwingungsenergie beim Durchdringen homogener Beläge, die mit dem Körper verklebt oder anderweitig verbunden sind, in Wärmeenergie umgewandelt wird. Der Körperschall wird also gedämpft, bevor er Luftschall erzeugen kann.

Lärmschutzlösungen aus der Praxis

Spritz-, streich- oder spachtelbare Antidröhnmaterialien sowie Kombinationssysteme aus Folie und Weichschaum bewirken hohe Körperschalldämpfung. Diese Materialien werden zur Entdröhnung dünnwandiger Bleche im Automobil-, Fahrzeug- und Maschinenbau eingesetzt.



Um das Dröhnen von Blechhauben, Verkleidungen usw. zu vermeiden, eignet sich die selbstklebende Kunststofffolie mit hohem Flächengewicht besonders gut. Sie ist flexibel und leicht mit dem Messer zuzuschneiden.



Dieses Bild zeigt eine wirkungsvolle Lärminderung bei der Bearbeitung von Blechen durch eine immer wieder verwendbare Magnetfolie. Der beim Bearbeiten von Blech durch hämmern, schleifen, sägen, nibbeln usw. entstehende Lärm kann hiermit bis zu 10 dB (A) gesenkt werden.

Körperschall- dämmung

Schwingungen mit kleinen Amplituden und Frequenzen oberhalb 15 - 20 Hz, d. h. im Hörbereich (bis in den kHz-Bereich), die in flüssigen oder festen Körpern oder in Konstruktionen bzw. Geräten auftreten, bezeichnet man als Körperschall.

Gummimetall-Elemente vermindern den Übergang von Maschinenschwingungen auf die Umgebung (Aktiv-Entstörung) oder die Einwirkung von Schwingungen auf empfindliche Aggregate und Armaturen (Passiv-Entstörung).



Prinziplösung



Maschinenfundament, schalltechnisch entkoppelt

Unter 15 Hz spricht man von Schwingungen bzw. Erschütterungen. Körperschall kann von einer Anlage auf andere Geräte oder Medien übertragen werden, wobei eventuell unterschiedliche Intensitäten durch Anregung vorhandener Resonanzstrukturen auftreten. Von einer starr montierten Maschine kann z. B. über das Aufstellungsfundament, das Erdreich und Grundwasser, die Bauwerksstruktur oder feste Rohrleitungsverbindungen usw. die Schallschwingung auf angrenzende Konstruktionen und Wandflächen geleitet werden. Diese Bauelemente können den "Körperschall" dann in Form von "Luftschall" wieder in den Raum (hörbar) abstrahlen.



Heizkessel, streifenförmige Lagerung



Pumpenanlage: Maschinensockel vollflächig gelagert

Luftschalldämpfung

Bei der Luftschalldämpfung wird die Bewegungsenergie der durch ein Schallereignis angeregten Luft in Wärme umgewandelt. Dieses geschieht durch Eindringen in faserige oder offenporig geschäumte Materialien.



Kindergarten



Tonstudio



Stadion

Absorption

Optimale Absorption

Die Produkte Waffel und Pyramide haben eines gemeinsam: Sie erreichen durch ihr oberflächenvergrößerndes Design bestmögliche Absorptionswerte, die häufig bei 100% liegen. Dies gilt auch bei Verlegung ohne Wand- oder Deckenabstand. Das bedeutet, dass der gesamte in das Material eindringende Lärm absorbiert wird. Bei durchschnittlichen Produkten hingegen wird nur ein Teil der auftreffenden Energie absorbiert. Dann ist das Resultat objektiv schlechter oder es muss eine entsprechend größere Materialmenge eingebaut werden, um eine vergleichbar gute Wirkung zu erzielen.

Luftschalldämpfung



Flaschenabfüllanlage



Stanzbetrieb



Pumpenstation



Produktionshalle

Kapselung



Antriebsmodul

Luftschalldämmung

Luftschalldämmung bedeutet die akustische Trennung zweier Räume, bei der möglichst wenig Schallenergie von einem in den anderen Raum übertragen werden soll. Dies geschieht z. B. durch Erstellen einer Lärmschutzkabine bzw. -haube zur Beruhigung des restlichen Produktionsraumes. Die Schallwellen werden dabei vorwiegend reflektiert.



Getriebekapselung



Doppelschiebetür

Maßgenaue Kabinen mit System

Ein besonders anspruchsvoller Bereich der KOOPERATION LÄRMSCHUTZ ist der Bau von Schallschutz-Kabinen. Durch zwischenzeitlich zahlreiche realisierte Lösungen haben sich die Partner ein hohes **Know-how** erarbeitet. Ausgereifte Lärmschutz-System-Kabinen werden in den verschiedensten Branchen eingesetzt. Für die Erarbeitung exakter technischer Lösungsvorschläge ist allerdings eine detaillierte und individuelle Planung und Gestaltung notwendig. Kabinen gewährleisten optimalen Schallschutz und entsprechende Sicherheit am Arbeitsplatz. Die Vorgaben werden von Fachleuten auf die jeweiligen Betriebsanforderungen und nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten abgestimmt. Sie erarbeiten Konstruktionen unter Beachtung folgender Schwerpunkte:

- Planung im Detail
- individuelle Anpassung
- stabile und handling-gerechte Ausführung
- leichte Montage und Demontage
- Berücksichtigung der Unfallverhütungsmaßnahmen
- Fragen nach erhöhter Sicherheit



Schweißarbeitsplätze

Abschirmung

Luftschalldämmung

Bei der Installation einer Kapsel ist darauf zu achten, dass die Konstruktion nicht durch mechanische Schwingungen (Körperschall) angeregt wird.

Körperschallanregung kann über den Fußboden erfolgen, aber auch über eine unsachgemäße Abdichtung einer Welle oder Rohrleitung.

In praktischen Anwendungsfällen kommt es immer wieder vor, dass die Kabinenwände mit zu geringem Abstand zu Schallerzeugern aufgestellt werden müssen. Dies kann unter Umständen zu Verlusten hinsichtlich der Einfügungsdämmung führen.



Schweißarbeitsplätze

Streifenvorhänge bieten sich durch die hohe Flexibilität und Formvielfalt für Raumabtrennungen an. Sie sind preiswert und können schnell montiert werden.

Form und Funktion werden bei den Maßnahmen so integriert, dass hohe Schallpegelminderungen auch in verschiedenen Umgebungen erreicht werden können, ohne die Betriebsabläufe besonders zu behindern.

Schnell und einfach erhält man zusätzlich zum Schallschutz Verbesserungen der Luft und Klimabedingungen. Die Schalldämm-Paneele sind Bausteine in einem System, das enorm viele Konstruktionsmöglichkeiten bietet.



Luftschalldämmung durch Trennwand



Trennwand im Freien

Arbeitsstätten- Verordnung UVV Lärm BGV B3

§ 15 Schutz gegen Lärm

(1) In Arbeitsräumen ist der Schallpegel so niedrig zu halten, wie es nach Art des Betriebes möglich ist. Der Beurteilungspegel am Arbeitsplatz in Arbeitsräumen darf auch unter Berücksichtigung der von außen einwirkenden Geräusche höchstens betragen:

- bei überwiegend geistiger Tätigkeit 55 dB(A) –
 - bei einfachen oder überwiegend mechanisierten Bürotätigkeiten und vergleichbaren Tätigkeiten 70 dB(A) –
 - bei allen sonstigen Tätigkeiten 85 dB(A);
- soweit dieser Beurteilungspegel nach der betrieblich möglichen Lärminderung zumutbarerweise nicht einzuhalten ist, darf er bis zu 5 dB(A) überschritten werden.

(2) In Pausen-, Bereitschafts-, und Sanitätsräumen darf der Beurteilungspegel höchstens 55 dB(A) betragen.

Bei der Feststellung des Beurteilungspegels sind nur die Geräusche der Betriebseinrichtungen in den Räumen und die von außen einwirkenden Geräusche zu berücksichtigen.

§16 Schutz gegen sonstige unzuträgliche Einwirkungen

(1) In Arbeits-, Pausen-, Bereitschafts-, Liege- und Sanitätsräumen ist das Ausmaß mechanischer Schwingungen so niedrig zu halten, wie es nach der Art des Betriebes möglich ist.

(Auszug)

UVV Lärm, BGV B3

I. Geltungsbereich

§ 1. Die Unfallverhütungsvorschrift gilt für Unternehmen soweit Versicherte unter Lärmgefährdung beschäftigt werden.

II. Begriffsbestimmung

§ 2. (1) Lärmgefährdung im Sinne der Unfallverhütungsvorschrift ist die Einwirkung von Lärm auf Versicherte, die zur Beeinträchtigung der Gesundheit insbesondere im Sinne einer Gehörgefährdung führen kann oder zu einer erhöhten Unfallgefahr führt.

(2) Der Beurteilungspegel im Sinne der Unfallverhütungsvorschrift kennzeichnet die Wirkung eines Geräusches auf das Gehör. Es ist der Pegel eines achtstündigen konstanten Geräusches oder, bei zeitlich schwankenden Pegeln, der diesem gleichgesetzte Pegel.

(3) Lärmbereiche im Sinne der Unfallverhütungsvorschrift sind Bereiche, in denen Lärm auftritt, bei dem der ortsbezogene Beurteilungspegel 85 dB(A) oder der Höchstwert des nichtbewerteten Schalldruckpegels 140 dB erreicht oder überschritten wird.

III. Technische Lärminderung

Arbeitsmittel

§ 3. (1) Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass Arbeitsmittel, die zur Lärmgefährdung der Versicherten beitragen können, nach den fortschrittlichen, in der Praxis bewährten Regeln der Lärminderungstechnik beschaffen sind und betrieben werden.

(2) Der Unternehmer hat bei der Beschaffung neuer Arbeitsmittel, die zur Lärmgefährdung beitragen können, dafür zu sorgen, dass ihm sachdienliche Informationen zur Verfügung stehen über

- die Geräuschemission der Arbeitsmittel und
- die Betriebs- und Aufstellungsbedingungen unter denen die Geräuschemission bestimmt worden ist.

Arbeitsverfahren

§ 4. Der Unternehmer hat die Arbeitsverfahren nach den fortschrittlichsten in der Praxis bewährten Regeln der Lärminderungstechnik so zu gestalten oder anzuwenden, dass eine Lärmgefährdung der Versicherten soweit wie möglich verringert wird.

Arbeitsräume

§ 5. Der Unternehmer hat Arbeitsräume so zu gestalten, dass die Schallausbreitung nach den fortschrittlichsten, in der Praxis bewährten Regeln der Lärminderungstechnik vermindert wird, wenn eine Lärmgefährdung der Versicherten besteht oder zu erwarten ist.

Lärminderungsprogramm

§ 6. Der Unternehmer hat nach den fortschrittlichsten, in der Praxis bewährten Regeln der Lärminderungstechnik ein Programm technischer Maßnahmen und Maßnahmen der Arbeitsgestaltung zur Lärminderung für die nach § 7 Abs. 2 kennzeichnungspflichtigen Lärmbereiche aufzustellen und durchzuführen.

Arbeitsstätten- Verordnung UVV Lärm BGV B3

IV. Betrieb

Lärmbereiche

§ 7. (1) Der Unternehmer hat die im Betrieb vorhandenen Lärmbereiche fachkundig zu ermitteln und die Versicherten, für die die Gefahr des Entstehens lärmbedingter Gehörschäden besteht, festzustellen. Die Ermittlung ist in geeigneten Zeitabständen, insbesondere nach wesentlichen Änderungen, die Auswirkungen auf den Beurteilungspegel haben, zu wiederholen.

(2) Der Unternehmer hat Lärmbereiche zu kennzeichnen, wenn der ortsbezogene Beurteilungspegel 90 dB(A) oder der Höchstwert des nicht bewerteten Schalldruckpegels 140 dB erreicht oder überschritten wird (Impulshaltigkeit berücksichtigt).

(3) Der Unternehmer hat die bei der Ermittlung der Lärmbereiche festgestellten Ergebnisse aufzuzeichnen und die Ergebnisse dem technischen Aufsichtsbeamten auf Verlangen vorzulegen.

(4) Die bei der Ermittlung der Lärmbereiche festgestellten Ergebnisse sind vom Unternehmer 30 Jahre aufzubewahren. Der Unternehmer braucht diese Ergebnisse nicht aufzubewahren, sofern dies die Berufsgenossenschaft übernimmt. Stellt der Unternehmer seinen Betrieb ein und ist eine weitere Aufbewahrung nicht möglich, sind die Ergebnisse der Berufsgenossenschaft zu übergeben.

(5) Der Unternehmer hat den Zugang zu Lärmbereichen zu beschränken, wenn dies durch das Expositionsrisiko gerechtfertigt und diese Maßnahme in der Praxis vertretbar ist.

TA Lärm Auszug (Stand 1998)

Spitzenwertkriterien

Außerhalb von Gebäuden

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die IRW am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Innerhalb von Gebäuden

In schutzbedürftigen Räumen (gem. DIN 4109) unabhängig von der Lage der Gebäude:

tags	35 dB(A)
nachts	25 dB(A)

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die IRW um nicht mehr als 10 dB(A) überschreiten.

Immissionswerte für seltene Ereignisse

Ist wegen voraussehbarer Besonderheit bei Betrieb einer Anlage zu erwarten, dass in seltenen Fällen oder über eine begrenzte Zeitdauer, aber nicht mehr als 10 Tage oder Nächte eines Kalenderjahres und nicht an mehr als zwei auf einander folgenden Wochenenden die Immissionsrichtwerte auch bei Einhaltung des Stands der Technik nicht eingehalten werden können, kann eine Überschreitung hingenommen werden. Die für diese seltenen Ereignisse anzuwendenden Immissionsrichtwerte sind nachfolgend angegeben.

Seltene Ereignisse:

Bei seltenen Ereignissen betragen die IRW in allen Gebieten außer in Industriegebieten:

tags	70 dB(A)
nachts	55 dB(A)

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen diese Werte um nicht mehr als:

tags 25 dB(A) / nachts 15 dB(A) in Gewerbegebieten

tags 20 dB(A) / nachts 10 dB(A) in allen Gebieten außer Industrie- und Gewerbegebieten überschreiten.

Beurteilungszeiten:

tags	06.00 – 22.00 Uhr
nachts	22.00 – 06.00 Uhr

Immissionsrichtwerte IRW gem. TA Lärm (Stand 1998)

Außerhalb von Gebäuden:

Gebietsart	tags	nachts
In Industriegebieten	70dB(A)	70 dB(A)
In Gewerbegebieten	65 dB(A)	50dB(A)
In Kern-, Dorf- und Mischgebieten	60dB(A)	45 dB(A)
In Allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	55 dB(A)	40 dB(A)
In reinen Wohngebieten	50 dB(A)	35 dB(A)
In Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45 dB(A)	35 dB(A)

Neue Grenzwerte

EG Richtlinie Lärm (2003/10/EG)

Die EG Richtlinie „Lärm“ (2003/10/EG) ist am 15. Februar 2003 auf europäischer Ebene in Kraft getreten. Sie wird bis spätestens 15. Februar 2006 in nationales Recht umgesetzt. Die UVV „Lärm“ bleibt bis zur Umsetzung der Richtlinie, d.h. bis spätestens 15. Februar 2006 gültig.

Die wichtigste Änderung ist die Herabsetzung der bisherigen Grenzwerte um 5 dB(A). Es sind aber bereits heute viele der Forderungen an das Schutzniveau erfüllt.

Mit dem „Tages-Lärmexpositionspegel“ (LEX,8h) erhält der bisher bekannte „Beurteilungspegel“ der UVV „Lärm“ einen neuen Namen. In der Ermittlung gibt es allerdings keine Unterschiede – der Wert beurteilt die gehörschädigende Wirkung einer achtstündigen Lärmeinwirkung auf das Gehör. Übernommen wurde ebenfalls die Kontrolle des Spitzenschalldruckpegels (Höchstwert des Schalldruckpegels – LCpeak). Neu eingeführt werden die unteren und oberen Auslösewerte, bei deren Überschreiten Maßnahmen ausgelöst werden müssen.

Diese aus der UVV „Lärm“ bekannten Maßnahmen sind nun an Pegelwerte gekoppelt, die um 5 dB(A) niedriger liegen als die bisherigen Werte (siehe Tabelle). Neu ist auch die Festlegung der Expositionsgrenzwerte, die unter Berücksichtigung der dämmenden Wirkung des Gehörschutzes grundsätzlich auf jeden Fall eingehalten werden müssen.

unterer Auslösewert	80 dB(A) (Lex,8h) bzw. Spitzenschalldruck LC,peak > 135 dB(C)	Maßnahmen (>80dB(A)) -Gehörschutz zur Verfügung stellen -Information und Unterweisung der Mitarbeiter -Anspruch auf vorbeugende audiometrische Untersuchung
oberer Auslösewert	85 dB(A) (Lex,8h) bzw. Spitzenschalldruck LC,peak > 137 dB(C)	zusätzliche Maßnahmen (>85dB(A)) -Kennzeichnung, Bereichsabgrenzung und Zugangseinschränkung -Gehörschutz-Tragepflicht -Anspruch auf Untersuchung des Gehörs -Lärminderungsprogramm
Expositionsgrenzwert	87 dB(A) (Lex,8h) bzw. Spitzenschalldruck LC,peak > 140 dB(C)	Erläuterung: -Grenzwert, der unter Berücksichtigung der Schalldämmung des Gehörschutzes nicht überschritten werden darf

Weitere Informationen unter:

<http://europa.eu.int/eur-lex/de/index.html>

(klicken Sie auf „Amtsblatt“ und geben Sie in der Suchmaske bei „Jahr“ 2003 ein, bei „AB1-Nr.“ 42 und bei „Seite“ 38 ein)

Das Info-Blatt

„Betriebliche Umsetzung der EG-Richtlinie „Lärm““ finden Sie unter:

<http://www.smbg.de/Sites/downloads/index.htm#infoblatt>

(Infoblatt Nr. 4)



Einführung

Grundbegriffe zum Thema Schallschutz

Schall

Unter Schall versteht man Bewegung in einem elastischen Medium, hervorgerufen durch Druckschwankungen und Molekularbewegungen. Trägermedien sind feste, flüssige und gasförmige Stoffe (Körper-, Flüssigkeits- oder Luftschall), die zu Schwingungen angeregt werden und diese an ihre Umgebung weitergeben. Ein durch Schall angeregtes Molekulateilchen schwingt um seine Ruhelage.

Geräusch

Geräusch ist Schall, der aus vielen Einzeltönen zusammengesetzt ist, die Tonfolge jedoch kein Ordnungsprinzip erkennen lässt.

Lärm

Lärm ist jede Art von Schallereignis, das den Betroffenen stört.

Emission

Als Emission bezeichnet man die gesamte Schallabstrahlung eines Schallstrahlers.

Immission

Immission ist die gesamte Einwirkung von Geräuschen bzw. Vibrationen an einer bestimmten Stelle.

Schalldruck p (μPa)

Das in Bewegung versetzte Einzelmolekül erzeugt im Medium einen Druckwechsel. Diese Drücke sind messbar und werden als Schalldruck bezeichnet. Der Schalldruck wird in der Regel in Newton pro Quadratmeter (N/m^2) angegeben, vereinzelt auch noch in der alten Einheit Mikrobar (μbar). Zur Schallwahrnehmung müssen die Schalldruckwerte im Hörbereich liegen.

Hörbereich

Das menschliche Ohr kann Schwingungen nur in einem Frequenzbereich von ca. 16 bis 16.000 Hz wahrnehmen. Der hörbare Frequenzbereich ist von Mensch zu Mensch unterschiedlich und nimmt meist mit zunehmendem Alter ab. Schall-schwingungen unter 16 Hz empfindet der Mensch als Erschütterung (Infraschall). Schallereignisse über 16.000 Hz werden vom Menschen nur bei extrem hohen Schallpegelwerten wahrgenommen (Ultraschall).

Hörschwelle p_0

Empirisch ermittelter und festgelegter Wert, bei dem das menschliche Ohr gerade beginnt, das Schallereignis wahrzunehmen [0 dB].

$$p_0 = 20 \mu\text{Pa} \quad (= 20 \mu\text{N/m}^2 = 2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar})$$

Schmerzschwelle

Empirisch ermittelter Wert, bei dem das menschliche Ohr das Schallereignis schmerzhaft empfindet [ca. 120 dB]
20 Pa ($= 20 \text{ N/m}^2 = 200 \mu\text{bar}$).

Schallpegel L [dB]

Der Schallpegel wird in einem logarithmischen Verhältnis angegeben. Man bezieht den vorhandenen Schalldruck auf einen Bezugsschalldruck, nämlich die Hörschwelle des menschlichen Ohrs.

$$L = 20 \lg \frac{p}{p_0} \quad [\text{dB}]$$

Dezibel [dB]

Zehnter Teil eines Bels (benannt nach Graham Bell, dem englischen Erfinder des Telefons). Logarithmisches Verhältnis zweier Zahlenwerte, z. B. Hörschwelle zu gemessenem Schalldruck.

Frequenz f [Hz]

Als Frequenz bezeichnet man die Anzahl von Schwingungen innerhalb einer Sekunde. Gemessen wird die Frequenz in Herz [Hz]. Die Anzahl der Schwingungen bestimmt die Tonhöhe. Eine Verdopplung der Frequenz wird als Oktave bezeichnet. Eine Drittel - Oktave nennt man Terz.

Schalldruckpegel L_p

(bezogen auf $20 \mu\text{Pa}$): 10facher Logarithmus des Verhältnisses von mittlerem quadratischem Schalldruck (p in Pascal, Pa) zum Quadrat des Bezugsschalldruckes ($P_0 = 20 \mu\text{Pa}$).

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} \quad [\text{dB}]$$

Der Schalldruckpegel ist die wichtigste Größe zur Beschreibung des Geräusches an einem gegebenen Punkt. Er wird in Dezibel angegeben und mit einem genormten Schallpegelmesser (siehe IEC 651) gemessen.

Die Frequenzbewertung (A oder C) oder die Breite des Frequenzbandes und die verwendete Zeitbewertung (S, F, I oder Peak) müssen angegeben werden.

ANMERKUNG

Die Notation L_p für den Schalldruckpegel gilt für Emission, Immission und Exposition.

Zeitlich gemittelter Schalldruckpegel

$L_{\text{peq},T}$

Schalldruckpegel eines kontinuierlichen, stationären Geräusches, das innerhalb eines Messzeitintervalls T den gleichen mittleren quadratischen Schalldruck aufweist, wie ein betrachtetes zeitlich schwankendes Geräusch; Pegel des mittleren quadratischen Schalldruckes in einem Zeitintervall. Er wird in Dezibel angegeben.

$$L_{\text{peq},T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{0,1 L_p(t)} dt \right] \quad \text{dB}$$

Der zeitlich gemittelte Emissions - Schalldruckpegel ist die wichtigste Größe zur Beschreibung der Immission an Arbeitsplätzen und der Exposition von Personen. Er wird dann äquivalenter Dauerschalldruckpegel genannt

ANMERKUNG: Wird die Immission oder die Exposition betrachtet, können Impuls- und Tonzuschläge DL_I und DL_T in Dezibel benutzt werden, um den Einfluss der Impuls- und Tonhaltigkeit des Geräusches zu berücksichtigen ($L_{\text{pAeq},T} + DL_I + DL_T$) (siehe ISO 1996-1, ISO 1996-2 und ISO 1999)

ANMERKUNG: Der Index wird oft weggelassen, da in allen Fällen, die sich auf ISO 11690 beziehen, der Schalldruckpegel über ein bestimmtes Messzeitintervall gemittelt wird.

Grundbegriffe zum Thema Schallschutz

Schalleistungspegel L_w

Der Schalleistungspegel gibt im logarithmischen Maß die gesamte Schalleistung W an, die von einem Schallstrahler ausgeht, gem. DIN 45635 ist:

$$L_w = 10 \cdot \log \frac{W}{W_0} \text{ [dB]}$$

Mit $W = 10$ Watt stimmen die Zahlenwerte des Schalleistungspegels mit denen des Schallpegels überein, wenn sich die gesamte Schalleistung auf eine Fläche von 1 m^2 verteilt.

Oder der 10fache Logarithmus des Verhältnisses der Schalleistung (P in Watt), die von der zu messenden Schallquelle abgestrahlt wird, zur Bezugsschalleistung ($P_0 = 1 \text{ pW}$). Er wird in Dezibel angegeben und beschreibt die Geräuschemission einer Schallquelle (siehe Normen in den Reihen ISO 3740 und ISO 9614). Die Frequenzbewertung und die Breite des verwendeten Frequenzbandes müssen angegeben werden.

ANMERKUNG: Der A-bewertete Schalleistungspegel ist z. B. L_{WA} .

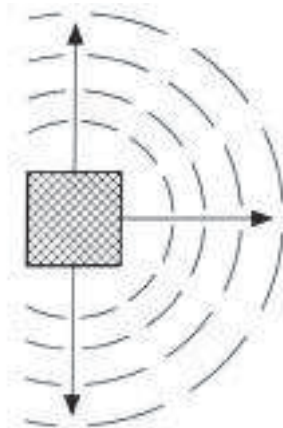
Arbeitsplatz:

Ein Punkt in der Nähe einer Maschine, der vom Bediener besetzt sein kann, oder ein Punkt, an dem eine Aufgabe ausgeführt wird.

Größen zur Beschreibung der Geräuschemission.

Geräuschemission:

Der von einer bestimmten Quelle (Maschine oder Gerät) in die Umwelt abgestrahlte Luftschall.



Geräuschemission;
Schallabstrahlung einer Maschine
= maschinenbezogen
unter festgelegten Betriebsbedingungen
= umgebungsabhängig

Emissions-Schalldruckpegel L_p :

Der von der geprüften Schallquelle am zugehörigen Arbeitsplatz oder an einem anderen festgelegten Punkt hervorgerufene Schalldruckpegel. Er wird in Dezibel angegeben und ist eine zusätzliche Größe zur Beschreibung der Geräuschemission einer Schallquelle (siehe ISO 11200 bis ISO 11204).

Die Frequenzbewertung und / oder Zeitbewertung oder die Breite des verwendeten Frequenzbandes müssen angegeben werden.

ANMERKUNG:

Der C-bewertete Spitzenwert des Emissions-Schalldruckpegels ist z. B. $L_{pc,peak}$.

ANMERKUNG :

Der A-bewertete Emissions Schalldruckpegel wird oft über einen Arbeitszyklus der Schallquelle gemittelt. Er wird mit L_{pA} bezeichnet

Messflächenschalldruckpegel $L_{pA,d}$:

Energetisch gemittelt, A-bewertet, auf der Messfläche im Abstand d ($d = 1 \text{ m}$ lt. ISO 3744) gemessen. Bezeichnung auch $L_{pA,1m}$.

Gemessener Geräuschemissionswert L :

A-bewerteter Schalleistungspegel, A-bewerteter, zeitlich gemittelter Emissions-Schalldruckpegel oder C-bewerteter Spitzenwert des Emissions-Schalldruckpegels aus Messungen. Gemessene Werte können entweder für eine Einzelmachine oder durch Mittelung über eine Anzahl von Maschinen bestimmt werden. Sie werden in Dezibel angegeben und nicht gerundet.

Geräuschemissionsangabe :

Angaben zur Geräuschemission der Maschine, die der Hersteller oder Lieferant in technischen Dokumenten oder anderweitiger Literatur hinsichtlich der Geräuschemissionswerte macht. Die Geräuschemissionsangabe kann in Form der Ein- oder Zweizahlangabe erfolgen.

Unsicherheitsfaktor K :

Der Zahlenwert der Messunsicherheit eines gemessenen Geräuschemissionswertes

Angebener Einzahl-

Geräuschemissionswert L_d :

Die Summe von gemessenem Geräuschemissionswert und zugehörigem Unsicherheitsfaktor, gerundet auf das nächstliegende ganze Dezibel :

$$L_d = L + K$$

Angebener Zweizahl-

Geräuschemissionswert L und K :

Ein gemessener Geräuschemissionswert und der zugehörige Unsicherheitsfaktor K , werden auf das nächstliegende ganze Dezibel gerundet.

Einführung

ANMERKUNG : T kann die Messdauer sein, ein Arbeitszyklus einer Maschine, ein Verfahrensablauf, die Zeitspanne, während der gewöhnlich ein Arbeiter anwesend oder nahe am Messpunkt ist, oder die Dauer einer Arbeitsschicht.

Geräuschexposition einer Person:

Alle Geräusche, die innerhalb einer festgelegten Zeit T unter den tatsächlichen angetroffenen Bedingungen am Ohr einer Person eintreffen.



Geräuschexposition

- personenbezogen (an einem oder mehreren Arbeitsplätzen oder für eine ihrem Aufenthaltsort verändernde Person)
- unter Bedingungen des tatsächlichen Betriebs,
- abhängig von der Expositionszeit
- Beiträge von allen Schallquellen

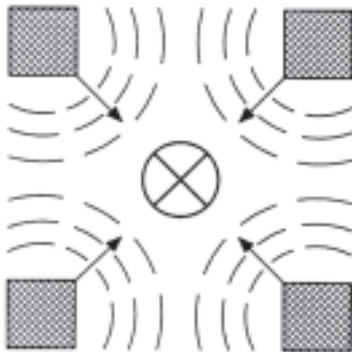
Die Immission wird am Arbeitsplatz gemessen. Die Exposition wird am Ohr der Person gemessen. $L_{pAeq,To}$ kann durch energetische Summation von Immissions- oder Expositionswerten $L_{pAeq,Ti}$ gebildet werden. Die Werte $L_{pAeq,Ti}$ werden während einzelner Messdauern T_i gemessen, wobei gilt $\sum T_i = T_e$

In einigen Ländern ist ein Beurteilungspegel L_{pAr} gebräuchlich.

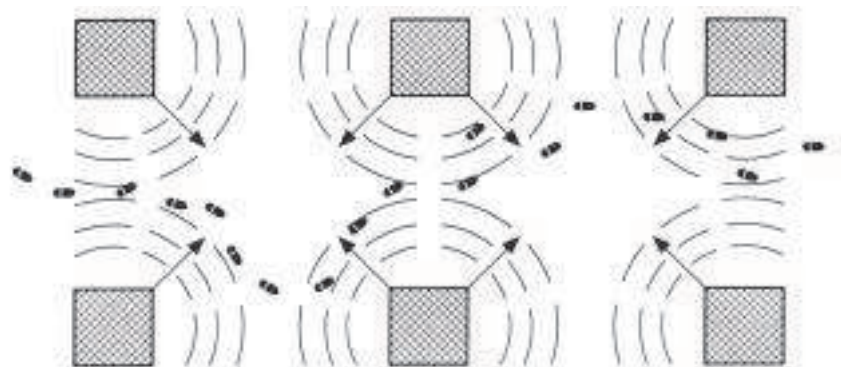
$$L_{pAr} = L_{pAeq,To} + (DL_I + DL_T) \text{ dB}$$

wobei DL_I und DL_T Impulshaltigkeit und tonale Komponenten beschreiben.

Geräusch- immissionen und - expositionen



Geräuschimmission arbeitsplatzbezogen, unter den Bedingungen des tatsächlichen Betriebs. Beiträge von allen Schallquellen.



Geräuschexposition für eine Person, die ihren Aufenthaltsort wechselt

Geräuschimmission am Arbeitsplatz:

Alle Geräusche, die unter den tatsächlich angetroffenen Bedingungen an einem Messpunkt (Arbeitsplatz) innerhalb einer Zeit T einwirken, gleich, ob ein Arbeiter zugegen ist oder nicht: Von der Maschine ausgehendes Geräusch, von anderen Schallquellen ausgehendes Geräusch, an Decken, Wänden und Einrichtungsgegenständen reflektierter Schall.

Größen zur Beschreibung der Geräuschimmission und -exposition :

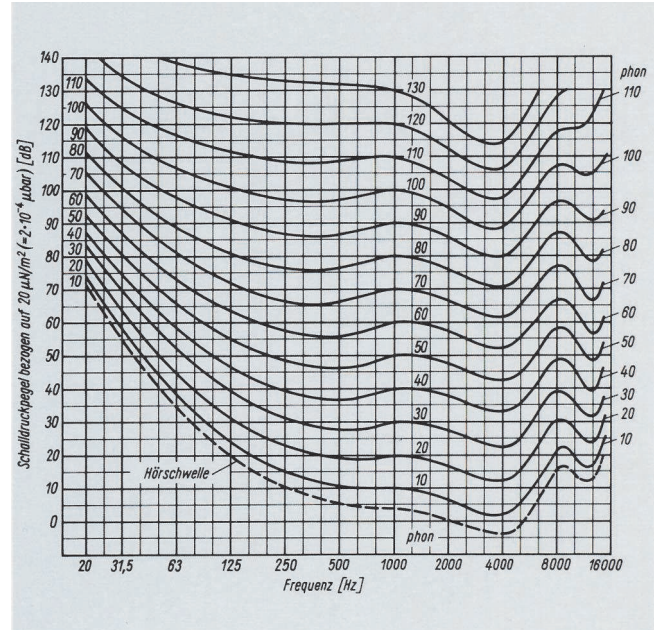
Der äquivalente A-bewertete Dauerschalldruckpegel, normiert auf einen Arbeitstag mit nominaler Dauer $L_{pAeq,To}$ in Dezibel:

$$L_{pAeq,To} = L_{pAeq,Te} + 10 \lg (T_e / T_o) \text{ dB}$$

wobei T_o die Bezugszeit ist (zum Beispiel 8 Stunden) und T_e die Dauer einer Schicht.

Normalkurven gleicher Lautstärkepegel

Das menschliche Ohr empfindet hohe und tiefe Frequenzen unterschiedlich laut. Das Hörverhalten wird in den Normalkurven gleicher Lautstärkepegel gem. DIN 45630 dokumentiert. Tiefe Frequenzen werden weniger laut empfunden als höhere. Diesem Empfinden des menschlichen Ohres trägt man bei der Beurteilung von Schallereignissen Rechnung. Die Kurven gleicher Lautstärkepegel geben in Abhängigkeit von der Frequenz den Schalldruck an, der die gleiche Lautstärkewahrnehmung hervorruft.



Normalkurven gleicher Lautstärkepegel nach DIN 45630 Bl. 2.

Grundbegriffe zum Thema Schallschutz

W/m^2	relative Schallstärke	Schalldruck Bel	dB
10^{-12}	1	0	0
10^{-11}	10	1	10
10^{-10}	100	2	20
10^{-9}	1.000	3	30
10^{-8}	10.000	4	40
10^{-7}	100.000	5	50
10^{-6}	1.000.000	6	60
10^{-5}	10.000.000	7	70
10^{-4}	100.000.000	8	80
10^{-3}	1.000.000.000	9	90
10^{-2}	10.000.000.000	10	100
10^{-1}	100.000.000.000	11	110
10^0	1.000.000.000.000	12	120

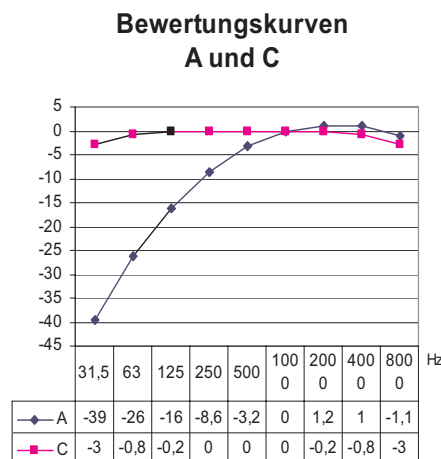
Verhältnis der Schallstärken

Die relative Schallstärke ist im Bereich der Schmerzschwelle etwa 1.000.000.000.000 mal so hoch wie im Bereich der Hörschwelle. Aufgrund dieser großen Zahlen wurde vereinbart, dass Schallereignisse in einem Zehntel des logarithmischen Maßstabs angegeben werden; also nicht in Bel sondern in Dezibel.

Grundbegriffe zum Thema Schallschutz

Frequenz HZ	Korrekturwerte A Kurve	Korrektur- werte C Kurve
31,5	-39,4	-3
63	-26,2	-0,8
125	-16,1	-0,2
250	-8,6	0
500	-3,2	0
1000	0	0
2000	1,2	-0,2
4000	1	-0,8
8000	-1,1	-3

Zahlenwerte der Bewertungskurven A + C



Bewertungskurve A

In Annäherung an das Hörempfinden des menschlichen Ohres (siehe Normalkurven gleicher Lautstärkepegel) wurde die Bewertungskurve A festgelegt (gem. DIN 45635). Schallpegel, die nach der Bewertungskurve A bewertet werden, sind mit dem Index (A) zu kennzeichnen; z. B. 85 dB(A).

Bewertungskurve C

Eine Bewertung, die Geräusche < 100 Hz nur wenig unterdrückt, das breite Frequenzband 100 – 5.000 Hz unbewertet lässt und den hochfrequenten Anteil > 5.000 Hz weniger berücksichtigt. Die Zahlenwerte der C Kurve sind genormt.

Addition von Lärmpegeln

Die Addition von Schallpegelwerten erfolgt nach logarithmischem Prinzip.

$$L_{ges.} = 10 * \log(10^{0,1*L_1} + 10^{0,1*L_2} + 10^{0,1*L_n})$$

L_1 = Lärmpegel 1

L_2 = Lärmpegel 2

L_n = n-ter Lärmpegel 1

Beispiel:

Wie hoch wird der Gesamtlärmpegel, wenn zwei Maschinen mit einem Lärmpegel von je 100 dB dicht beieinander aufgestellt werden?

Lösung: 103 dB

Man erhält die Summe der beiden Pegel durch logarithmische Addition oder einfacher durch Hinzuzählen des Logarithmus der vorhandenen gleichen Lärmquelle; in diesem Beispiel durch Hinzuzählen des Logarithmus von 2 = 0,3 (Bel). Festgelegt wurde aber das Dezibel, also das Zehnfache des Bels, d. h. 3 dB.

Daraus resultiert:

- 2 gleiche Pegel + 3,0 dB
- 3 gleiche Pegel + 4,8 dB
- 10 gleiche Pegel + 10,0 dB
- 20 gleiche Pegel + 13,0 dB
- 100 gleiche Pegel + 20,0 dB

Addition von ungleich lauten Lärmpegeln

Die Addition von ungleich lauten Schallpegelwerten erfolgt nach dem logarithmischen Rechenprinzip nach oben genannter Formel.

Grundbegriffe zum Thema Schallschutz

Nahfeld - Fernfeld

Diese Begriffe werden nicht immer einwandfrei von den Ausdrücken Direkt- und Diffusfeld getrennt. Nah- und Fernfeld kennzeichnen die Schallquelle selbst, während Direkt- und Diffusfeld durch die raumakustischen Eigenschaften des Umgebungsraumes bestimmt werden. Im Allgemeinen ist das Nahfeld einer Schallquelle der Bereich, in dem Blindschallleistungen ausgetauscht werden, die zwar für den gegebenen Strahler charakteristisch sind, jedoch nicht unbedingt auch als Maß für die Schallabstrahlung der Wirkleistung verwendet werden können. Der Schalldruck P und die Schallschnelle v sind im Nahfeld nicht Phase. Bei biegeweichen Platten findet hier eine Interferenzerscheinung (gegenseitige Auslöschung) zwischen den nicht benachbarten Elementarstrahlern statt. Im Fernfeld sind die für das Nahfeld charakteristischen Ausgleichsströmungsvorgänge abgeklungen. Schalldruck P und Schallschnelle V sind in Phase, d. h. die hier stattfindenden Wechselvorgänge sind für die abgestrahlte Schallleistung kennzeichnend. Um die Schallleistung einer Quelle zu bestimmen, kann z. B. der Schalldruck im Fernfeld gemessen werden.

Direktschallfeld - diffuses Schallfeld

In einem geschlossenen Raum werden die von der Quelle ausgehenden Schallwellen an den Raumbegrenzungsflächen reflektiert. Es erfolgt eine mehr oder weniger vollständige Vermengung der Schallwellen aus jeder Raumrichtung untereinander und mit den direkt ohne Reflexion von der Schallquelle kommenden Schallwellen. In unmittelbarer Nähe einer Schallquelle überwiegt im Allgemeinen das direkte Schallfeld; erst in größerer Entfernung, wenn die Raumabmessungen in allen Richtungen größer als die Wellenlänge der betrachteten Schallwellen und die Raumabgrenzungen schallhart sind, ist das Schallfeld diffus und die Schallintensität vom Ort näherungsweise unabhängig; es dominieren die reflektierten Schallanteile.

Stehwellenfeld

Weist das Schallfeld in einem geschlossenen Raum ortsfeste Maxima und Minima auf, so spricht man von stehenden Wellen. In diesem Fall werden die an den gegenüberliegenden Begrenzungsflächen reflektierten Schallwellen gleicher Frequenz und Amplitude überlagert. Wenn eine Welle z. B. nach zweimaliger Reflexion wieder mit derselben Phase am Ausgangspunkt ankommt, nimmt der Schalldruck je nach Phasenlage unter Umständen stark überhöhte Werte an. Der Wert, den der Schalldruck bei der Resonanz annimmt, wird durch die Energieverluste bestimmt.

Schalldämmung - Schalldämpfung

Bei der Schalldämmung wird der Schalldurchgang durch eine Trennfläche dadurch verhindert, dass ein großer Teil der auftretenden Schallleistung reflektiert wird. Von der Schalldämmung durch Reflexion ist die Schalldämpfung, die auf Absorption beruht, zu unterscheiden. Man spricht von Schalldämpfung, wenn bei der Ausbreitung in der Luft oder in festen bzw. flüssigen Medien durch Reibung an den Grenzflächen oder thermische, molekulare oder andere Umordnungen, Schallenergieverluste auftreten. Man spricht auch von Schalldämpfung bei der Abschwächung von Schallwellen während ihrer Ausbreitung in Schalldämpferkanälen.

Koinzidenzeffekt

Als Koinzidenzeffekt (Spuranpassung) versteht man die Übereinstimmung der Wellenlängen von freien BiegeWellen (griech. κ) $\times B$ mit der von Luftdruckschallwellen $\times L$ unter Berücksichtigung einer unterschiedlichen Ausbreitungsrichtung der Wellenarten.

Merke

Die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres für Schallereignisse ist frequenzabhängig. Um die Belästigung eines Schallereignisses unseres Hörverhaltens entsprechend beurteilen zu können, einigte man sich auf eine frequenzmäßige Beurteilung. Die Summe des in Frequenzschritten bewerteten Schallereignisses wird als Schalldruckpegel mit dem Index A bezeichnet [dB(A)]. Erhöht sich ein Schallereignis um 3 dB, so verdoppelt sich die Schallleistung. Verringert sich ein Schallereignis um 3 dB, so halbiert sich die Schallleistung. Eine Minderung um 10 dB ist eine Verringerung auf 1/10, eine Erhöhung um 10 dB ist eine Steigerung um das 10-fache der vorhandenen Schallleistung. Subjektiv empfindet unser Ohr bei einer Abnahme von 10 dB eine Halbierung der Belästigung bzw. bei einer Zunahme von 10 dB eine Verdoppelung der Belästigung.

Technische Einführung

Zeitbasis SLOW

Steht ein sinusförmiges Signal einer mittleren Frequenz (z. B. 1000 Hz) und der Dauer von 0,5 Sekunden an, muss eine Anzeige von 4 dB unter dem Wert eines Dauersignals gleicher Frequenz und Amplitude erreicht sein. Schalldruckpegel A bewertet mit Zeitbasis [Slow = LAS]

Zeitbasis FAST

Steht ein Signal einer mittleren Frequenz (z. B. 1000 Hz) und der Dauer von 0,2 Sekunden an, muss eine Anzeige von 1 dB unter dem Wert eines Dauersignals gleicher Frequenz und Amplitude erreicht sein. Schalldruckpegel A bewertet mit Zeitbasis [Fast = LAF]

Grundbegriffe zum Thema Schallschutz

Begriffe aus der Lärmesspraxis Messwert linear

Bei diesen Messwerten findet keine Bewertung statt (wie z. B. durch die A-Kurve). Alle Werte sind auf den gleichen Basiswert bezogen; beim Schalldruckpegel auf $20 \mu \text{ N/m}^2 = 2 \times 10^{-4} \mu \text{ bar} = 0 \text{ dB}$ Schalldruckpegel linear gemessen, als Summe aus allen Einzelfrequenzschritten [L in dB].

Messwert A - bewertet

Bei diesen Messwerten findet eine Bewertung statt. Alle Werte sind auf ungleiche Basiswerte bezogen. Beim Schalldruckpegel bewertet gem. A-Kurve nach DIN 45630T2.

Schalldruckpegel A bewertet gemessen, als Summe aller Einzelfrequenzschritte [LA in dB(A)].

Messwert zeitbewertet

Bei diesen Messwerten findet eine Bewertung nach dem zeitlichen Verlauf statt. Drei (vier) Zeitbasen sind bekannt: Slow (langsam) Fast (schnell) Impuls (Impulse) Peak (Spitzenwert)

Zeitbasis IMPULSE

Für Einzelimpulse eines sinusförmigen Signals der Frequenz 2000 Hz, der Dauer t und einer konstanten Amplitude, die für ein Dauersignal dem Vollausschlag entspricht, müssen sich gegenüber der Anzeige des Dauersignals die Unterschiede wie folgt ergeben:

Dauer ti ms	Anzeige bezogen auf Vollausschlag dB	Toleranz dB
Dauersignal	0	-
20	-3,6	+1,5
5	-8,8	+3,0

Für Pulse eines sinusförmigen Signals der Frequenz 2000 Hz, der Dauer 5 ms, der Pulsfrequenz f und einer konstanten Amplitude, die für ein Dauersignal dem Vollausschlag entspricht, müssen sich gegenüber der Anzeige des Dauersignals die Unterschiede wie folgt ergeben:

Anzeige für Impulsverfahren

Pulsfrequenz fp Hz	Anzeige bezogen auf Vollausschlag dB	Toleranz dB
Dauersignal	0	-
100	-2,7	± 1
20	-7,6	± 2
2	-8,8	± 3

Die Zahlenwerte der Tabellen sind für eine Zeitkonstante für das Integrationsglied im Gleichrichter von 35 ms für den Auf- und Entladevorgang berechnet.
Schalldruckpegel A bewertet mit Zeitbasis [Impulse = LAI]

Grundbegriffe zum Thema Schallschutz

Zeitbasis PEAK

Wenn der Impulsschallpegelmesser außerdem für die Anzeige des Spitzenwertes eingerichtet ist, soll die Anzeigzeit am Eingang der Speichereinrichtung so kurz sein, dass ein rechteckförmiger Einzelimpuls der Dauer 200 ms eine Anzeige hervorruft, die höchstens 2 dB unter der Anzeige eines Rechteckimpulses gleicher Amplitude, jedoch mit 10 ms Dauer, liegt. Die Anzeige des Bezugsimpulses der Dauer 10 ms soll 1 dB unter Vollausschlag liegen. Für die zugehörige Schalterstellung am Messgerät wird die Bezeichnung „Spitzenwert“ (Peak) empfohlen.

Messwerte frequenzbewertet

Bei diesen Messwerten findet eine Bewertung bezogen auf den Frequenzverlauf statt. Übliche Unterteilungen sind der Terz- und Oktavbereich. Schmalbandigere Aufteilungen bis zu 1 Hz-Schritten und darunter sind mit geeigneten Messgeräten möglich.

Schalldruckpegel frequenzbewertet:

L okt = für oktavbewertete Messungen

L Terz = für terzbewertete Messungen

Äquivalenter Dauerschallpegel Leq

Der Leq (auch Mittelungspegel genannt) wird durch Mittelwertbildung über eine definierte Zeit, für zeitlich wechselnde Schallpegel, gebildet. Bei vielen Schallereignissen ist der Schallpegel nicht konstant, sondern variiert in Abhängigkeit von der Zeit. Um die Messergebnisse solcher Schallereignisse untereinander vergleichen zu können, bedient man sich gern des Leq, der sich in einem einfach zu bestimmenden Einzahlwert ausdrückt.

Beurteilungspegel Lr

Der Lr wird nach DIN 45645 aus dem Leq und den Zuschlägen für Impulshaltigkeit (K1) und Tonhaltigkeit (KT) ermittelt. Die Zuschläge liegen je nach Auffälligkeit bei 3 oder 6 dB(A) (VDI 2058 Bl. 1).

$$L_r = L_q + K_1 + K_T$$

Messgenauigkeit

Die **DIN 45645** Teil 2 unterscheidet drei Genauigkeitsklassen 1, 2, und 3.

Genauigkeitsklasse

1 = Präzisionsmessung

2 = Betriebsmessung

3 = Orientierungsmessung

Messgeräte

Es wird unterschieden zwischen Geräten, die nur den Momentanpegel entsprechend der eingestellten Zeitbewertung anzeigen und den integrierenden Schallpegelmessern, die direkt den Mittelungspegel anzeigen. Der Mittelungspegel muss mit Geräten des erstgenannten Typs im betrachteten Zeitintervall nach DIN 45645 gebildet werden.

Grundbegriffe zum Thema Schallschutz

Die grundlegende Strategie der Lärminderung

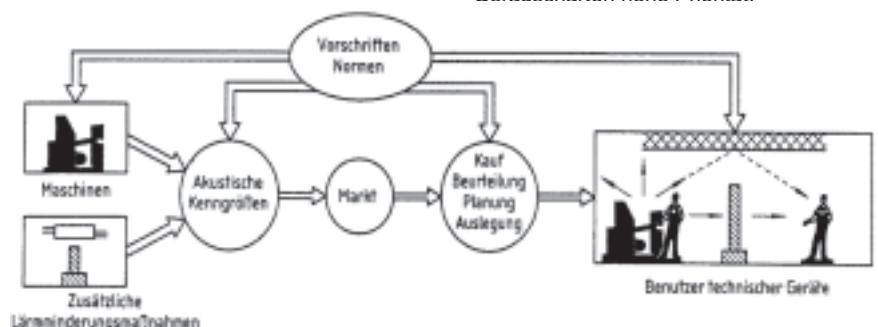
Eine wirkungsvolle Lärminderung kann nur erreicht werden, wenn das Problem systematisch behandelt wird. Die im Folgenden genannten Schritte sollten bei der Aufstellung eines Lärminderungsprogramms und bei der Durchführung von Lärminderungsmaßnahmen für neue oder bereits existierende Arbeitsstätten berücksichtigt werden:

- Festsetzung von Zielen und Erfüllungskriterien;
- Geräuschbewertung durch die Identifizierung der betroffenen Bereiche, der Immission an den Arbeitsplätzen, der Beiträge verschiedener Geräuschquellen zur Immission an den Arbeitsplätzen, der Exposition von Personen, der Emission der Schallquellen und zum Zweck der Einordnung in eine Rangfolge;
- Berücksichtigung von Lärminderungsmaßnahmen, wie zum Beispiel: Lärminderung an der Quelle, Lärminderung auf dem Übertragungsweg zum Arbeitsplatz, Lärminderung am Arbeitsplatz;
- Aufstellung eines Lärminderungsprogramms;
- Ausführung entsprechender Maßnahmen;
- Nachprüfung der geeigneten Lärminderung.

Leitgedanke der Lärminderung

Eine Lärminderung kann unter Anwendung verschiedener technischer Maßnahmen erreicht werden (siehe ISO 11690-2), und mehrere Wege zur Lösung eines Problems können möglich sein. Mögliche Maßnahmen sind die Lärminderung an der Quelle (zum Beispiel Maschinen, Arbeitsprozesse), Lärminderung durch die Vergrößerung der Schalldämpfung auf dem Ausbreitungsweg (zum Beispiel durch Anwendung von Kapseln, Schirmen, absorbierenden Auskleidungen) oder die Lärminderung an festgelegten Punkten (zum Beispiel durch Anwendung von Kabinen). Die technischen Maßnahmen zur Lärminderung sollten so angewendet werden, dass der technische Stand auf diesem Gebiet berücksichtigt wird. Dazu ist es notwendig, die Wirksamkeit der verschiedenen Maßnahmen zu vergleichen und zu prüfen. Dafür werden akustische Größen verwendet. Sie beschreiben die akustischen Eigenschaften der Schallquellen sowie die im Arbeitsraum und insbesondere an den Arbeitsplätzen erreichte Lärminderung, wenn Schallquellen in Betrieb sind und Lärminderungsmaßnahmen angewandt wurden. Die Verbindung zwischen Verordnungen, Normen und der Verwendung akustischer Größen zur Einschätzung der am Markt angebotenen Lärminderungsmaßnahmen wird im Bild 6 dargestellt.

Bei geringen Geräuschimmissions- und -expositionspegeln vermindern sich alle möglichen Wirkungen von Geräuschen auf den Menschen. Hierzu gehören gesundheitliche und sicherheitstechnische Gefährdungen, zum Beispiel Beeinträchtigung des Hörvermögens, Stress, Störung der Sprachverständigung und Erkennung von Warnsignalen, Störung bei Aufgaben, die erhöhte Konzentration und Aufmerksamkeit erfordern.



Wesentliche Faktoren der Lärminderung

Lärminderungsziele

Die Ziele sollten auf grundlegenden Erkenntnissen über den Einfluss von Lärm auf die Gesundheit der Menschen und ihre Aktivität festgelegt werden. Um die Qualität von Arbeitsstätten und Arbeitsräumen im Hinblick auf Lärm einschätzen zu können, ist es notwendig, Zielsetzungen für Schallpegel, Nachhallzeit und Schallausbreitungsparameter festzulegen. ANMERKUNG: Einzelheiten beschreibt ISO/ TR 11690-3.

Lärminderungsziele sollten auf der Grundlage beruhen, dass Geräusche unter Berücksichtigung des technischen Fortschrittes, des Produktionsprozesses, der Arbeitsaufgaben und der Lärminderungsmaßnahmen auf den niedrigst möglichen Pegel reduziert werden müssen. Die Hauptziele können mit Hilfe der Geräuschimmissions- und/oder Geräuschexpositionspegel ausgedrückt werden. Die folgenden üblicherweise betrachteten A-Schallpegel sollten bei der Geräuschimmission bzw. -exposition nicht überschritten werden:

- In industriellen Arbeitsstätten:
75 dB bis 80 dB
- Für routinemäßige Büroarbeit:
45 dB bis 55 dB
- Für Sitzungsräume oder bei Tätigkeiten, die Konzentration verlangen:
35 dB bis 45 dB

ANMERKUNG. Die obigen Werte sind empfohlene Zielwerte. Hinsichtlich der Grenzwerte für Geräuschimmission und oder -exposition empfiehlt sich die Heranziehung nationaler Vorschriften.

ANMERKUNG: Impuls- und tonhaltige Geräusche können gefährlicher und lästiger sein als kontinuierliche Geräusche. Deshalb hat die Verminderung dieser Geräuscharten hohe Priorität.

Technische Einführung

Ein geeigneter Weg zur Festsetzung von Lärminderungszielen für Arbeitsstätten ist es, die Schallpegel in Verbindung mit der Art der Tätigkeit und den akustischen Eigenschaften des Arbeitsraumes zu bringen. Empfohlene Hintergrundgeräuschpegel für verschiedene Arbeitsräume werden in Tabelle 1 angegeben. Empfohlene Werte für die Nachhallzeit, die äquivalente Absorptionsfläche und die Schallausbreitung im Raum werden in Tabelle 2 angegeben.

Grundbegriffe zum Thema Schallschutz

Raum- volumen m ³	Nachhallzeit s	Schalldruck- pegelabnahme je Abstands- verdopplung DL ₂ dB
Kleiner als 200	Weniger als 0,5 bis 0,8	-
Zwischen 200 und 1.000	Zwischen 0,8 und 1,3	-
Größer als 1.000	-	größer als 3 bis 4

Tabelle 2. Empfohlene akustische Eigenschaften von Arbeitsräumen

Raumart	L _{pAeq} dB
Konferenzraum	30 bis 35
Klassenzimmer	30 bis 40
Einzelbüro	30 bis 40
Großraumbüro	35 bis 45
Industrielle Laboratorien	35 bis 50
Kontroll -/ Steuerräume in der Industrie	35 bis 55
Industrielle Arbeitsplätze	65 bis 70

Tabelle 1 Empfohlene Höchstwerte für Hintergrundgeräuschpegel

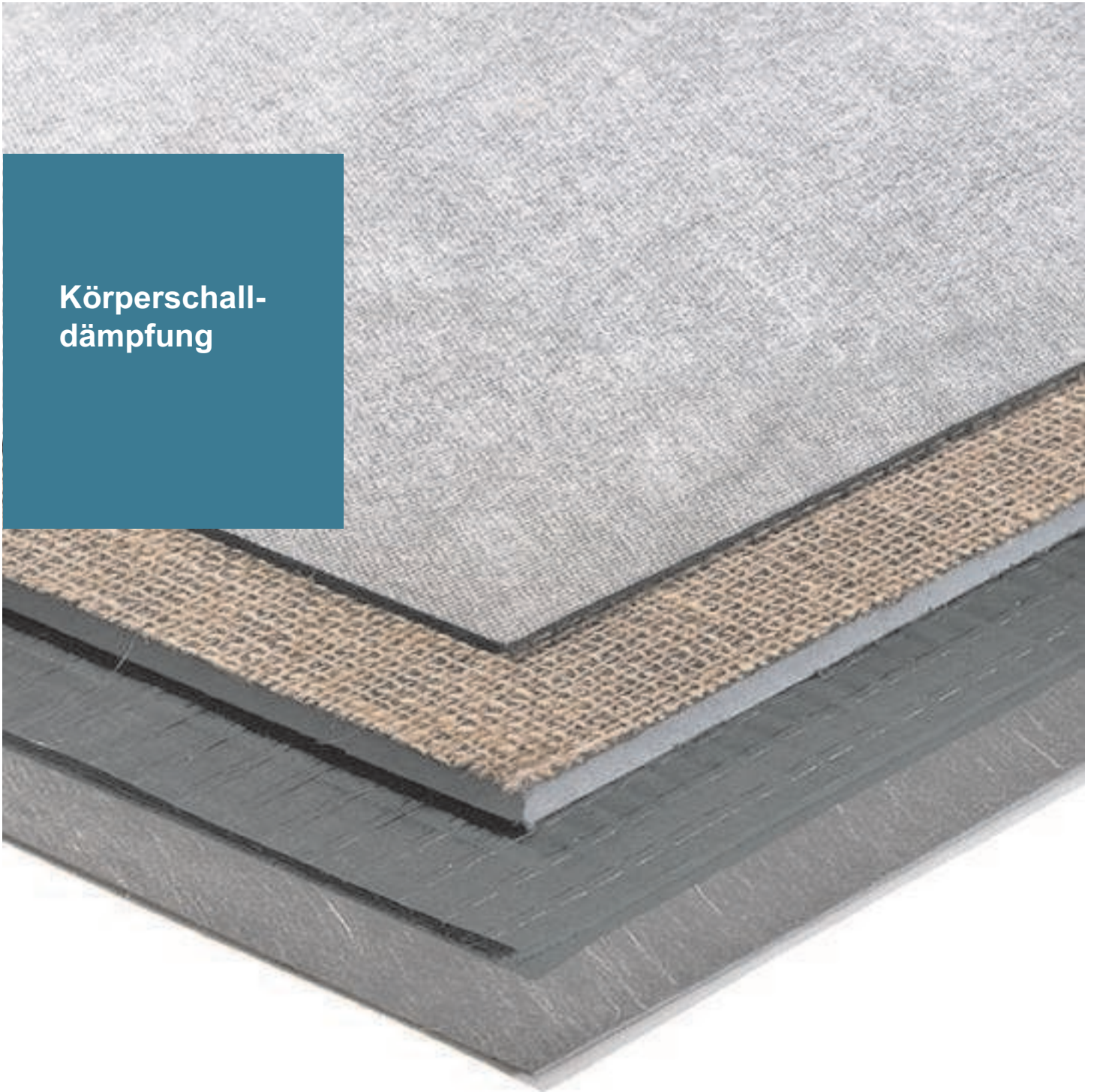
ANMERKUNG :

Die Hintergrundgeräusche stammen von eingebauten technischen Einrichtungen (z. B. Belüftungssysteme) oder kommen von außerhalb.

ANMERKUNG. Diese Empfehlungen werden eingehalten, wenn der mittlere Schallabsorptionsgrad des Raumes 0,3 überschreitet oder die äquivalente Schallabsorptionsfläche mehr als das 0,6- bis 0,9-fache Grundfläche beträgt.

Bei Flachräumen (Nicht-Diffusfeldbedingungen), siehe ISO/TR 11690-3, wird bevorzugt die äquivalente Schallabsorptionsfläche oder die Schalldruckpegelabnahme verwendet.

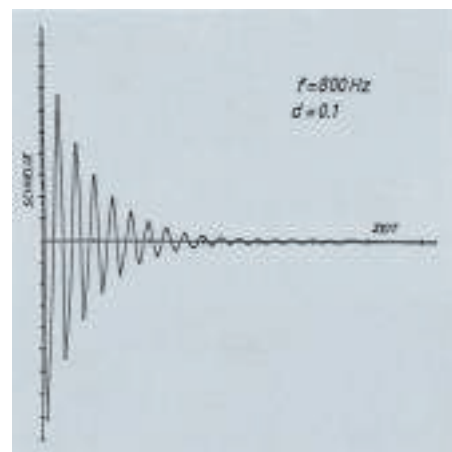
Körperschall- dämpfung



Theoretische Einführung

Werkstoffe, die so gut wie nicht nachklingen, weisen hohe Verlustfaktoren auf. Der Verlustfaktor von Kunststoff ist z. B. rund hundert- bis tausendmal größer als der von Stahl.

Mit Hilfe von entdröhnenden Beschichtungen wird die Körperschallenergie während der Ausbreitung in festen Stoffen absorbiert. Die Verluste treten durch thermische, magnetische oder molekulare Umordnungen der Moleküle auf. Eine besonders hohe Körperschalldämpfung haben z. B. Sandwich-Materialien aus zwei Metallplatten, die mit Hilfe einer dünnen Kunststoff-Zwischenlage miteinander verbunden sind.

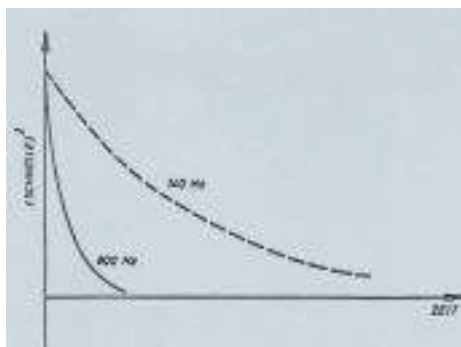


Schwingungsdämpfung $f=800 \text{ Hz}$, $d=0,1$

Körperschall- dämpfung- Entdröhnung

Der Körperschall wird meist von festen Körpern abgestrahlt, die durch Schallübertragungen zum Schwingen angeregt werden.

Der z. B. in einer Maschine entstehende Körperschall breitet sich sehr rasch und fast ohne Verlust in Metallteilen und Maschinenverkleidungen etc. aus. Die Oberflächen der Verkleidungen beginnen zu schwingen. Das bedeutet: Körperschall erzeugt auch immer Luftschall. Eine sogenannte Körperschalldämpfung erreicht man dadurch, dass ein Teil der Schwingungsenergie beim Durchdringen homogener Beläge, die mit dem Körper verklebt oder verbunden sind, in Wärmeenergie umgewandelt wird. Der Körperschall wird dadurch gedämpft, bevor er Luftschall erzeugen kann. Bei der Körperschalldämpfung wird Schwingungsenergie durch innere Reibung in Wärme umgewandelt; man spricht auch von innerer Dämpfung. Ein Maß für die innere Dämpfung ist der Verlustfaktor. Bei Metallwerkstoffen, besonders bei dünnen Platten aus Stahlblech mit starker Ausbildung von Biegewellen, ist der Verlustfaktor zu gering, um starke Luftabstrahlung zu vermeiden. Als Werkstoffe mit geringem Verlustfaktor gelten Verkleidungen aus Stahl, Aluminium, Messing etc. Bei einer Anregung durch Körperschall klingen sie lange nach.



Abklingen von 140 Hz und 800 Hz Schwingungen mit gleichem Verlustfaktor.

Verlustfaktor

Der Verlustfaktor ist die Kenngröße für die Absorption von Körperschall. Er kennzeichnet das Verhältnis der je Schwingungsperiode in Wärme umgewandelten Energie gegenüber der wiedergewinnbaren Schwingungsenergie. Der Verlustfaktor von Entdröhnfolien ist in der Regel temperatur- und frequenzabhängig.

Wichtig bei der Entdröhnung ist, dass die aufzubringenden Beläge fest mit dem Untergrund verbunden sind. Handelsüblich sind z. B. spritz- und spachtelbare Pasten/Massen. Ferner werden selbstklebende Entdröhnplatten oder -pappen angeboten. Diese können z. B. auf Kunststoff- oder Bitumenbasis sein. Auch magnetisch gehaltene schwere Gummi/Kunststoffplatten haben einen hohen Verlustfaktor.

Gleicher Verlustfaktor bedeutet gleicher Energieentzug pro Schwingung. Da bei höheren Frequenzen mehr Schwingungen vorhanden sind, wird die Abklingzeit geringer, da der Energieentzug öfter stattfindet.

Formel

$$d = \frac{\text{verlorengegangene Energie}}{\text{wiedergewinnbare mechanische Energie}}$$

Verlustfaktoren einiger Materialien

Material	Verlustfaktor
Stahl	0,0006
Aluminium	0,0001
Kupfer	0,002
Messing	0,001
Blei	0,02
Bitumenlöse	0,2 - 0,4
Kunststoffdämpfungsfolie	0,6 - 0,7
Dämpfungsbelege	0,7 - 1



Theoretische Einführung

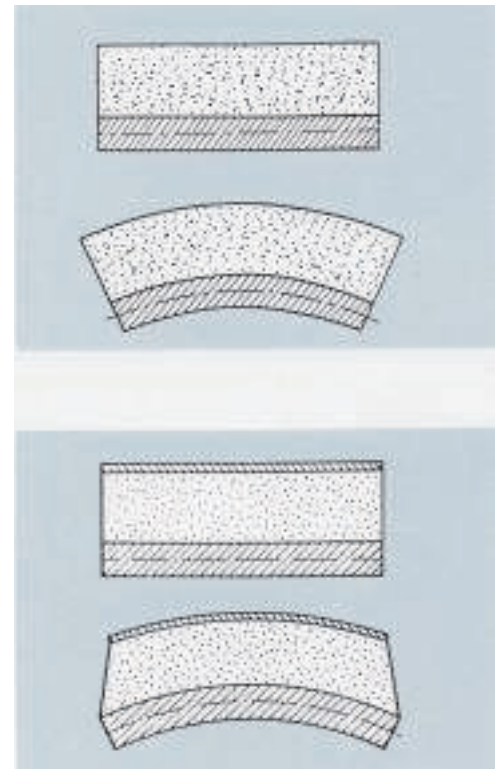
wenig geeignet zum Entdröhnen von dünnem Blech.

Die Frequenz- und Temperaturabhängigkeit von d_2 wird nach der obigen Formel auf den Gesamtverlust übertragen

Auf dünnen Blechen werden Folien aus viskoseelastischen Materialien fest mit der zu dämpfenden Platte verbunden. Beim Mitschwingen wird der Belag durch Dehnungsbeanspruchung so verformt, dass der Schall in Wärmeenergie umgesetzt wird. Der Verlustfaktor ist temperaturabhängig.

Zweischichtige Systeme

Die zweite Möglichkeit, Schallabstrahlung durch Biegewellen zu reduzieren, besteht darin, dass das Dämpfungsmaterial sandwichartig zwischen zwei Blechen einzubetten ist. Man spricht von sogenannten Sandwich- oder Verbundsystemen. Sie unterscheiden sich vom einfachen Belag durch eine steife Abdeckung, die auf die viskoseelastische Schicht aufgebracht wird und somit ein Sandwich bildet. Bei Verbundsystemen wird die dämpfende Kunststoffschicht auf Schub beansprucht. Diese Systeme eignen sich vor allem bei der Entdröhnung von dicken Stahlblechen, wobei die höchsten Dämpfungswerte durch eine symmetrische Aufbauweise erreicht werden (Schicht 1 = Schicht 2). Aus wirtschaftlichen Gründen und aus Gründen der Massenersparnis werden aber meistens dünnere Abdeckflächen (Schicht 3) eingesetzt. Für ein dünnes Abdeckblech ergibt sich ein Verlustfaktor von:



Schema 2-schichtige Dämpfungsbeläge

Körperschall-dämpfung-Entdröhnung

Einschichtige Dämpfungsbeläge

Aus der Theorie der Dämpfung durch viskose-elastische Beläge ergibt sich für den Verlustfaktor des Gesamtsystems

$$d = d_2 \frac{4x^3 + 6x^2 + 3x}{E_1/E_2 + 4x^3 + 6x^2 + 3x}$$

Die Größe x kennzeichnet das Dickenverhältnis ($x = h_2/h_1$) und d_2 ist der Verlustfaktor des Dämpfungsmaterials. Das Verhältnis von Belag- zu Blechdicke, das Verhältnis der E-Module E_1/E_2 und der Verlustfaktor d_2 des dämpfenden Belages sind entscheidend für einen hohen Wirkungsgrad. Um einen Verlustfaktor zu erzielen, sollte der d_2 -Wert und das Elastizitätsmodul E_2 des Belages so hoch wie möglich sein. Dies bedeutet, dass Dämpfungsmaterialien eine große Steifigkeit aufweisen sollten. Deshalb ist z. B. Gummi trotz eines hohen Verlustfaktors

$$d = d_2 \frac{E_3 \cdot h_3 \cdot \alpha^2 \cdot g}{B [1 + (1 + i x d_2) g]^2}$$

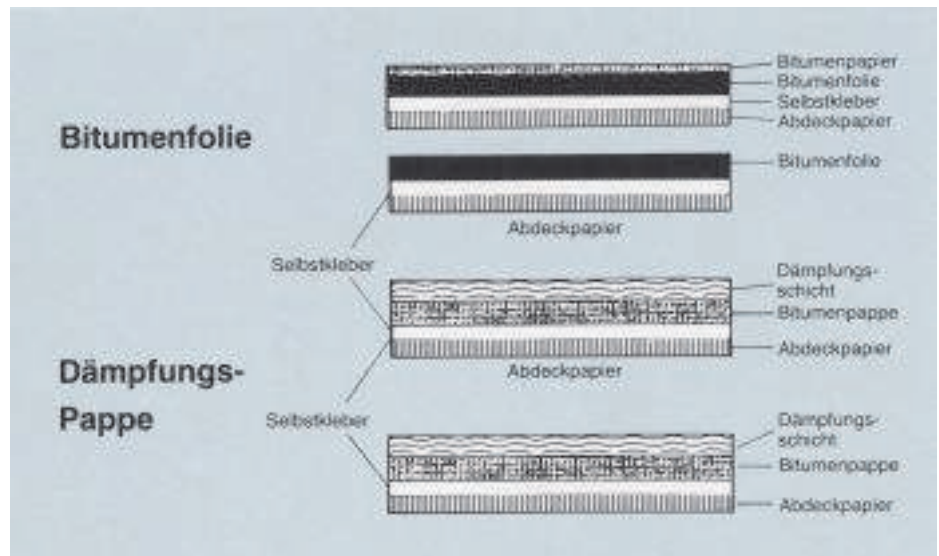
$$g = \frac{G_2}{E_3 \cdot h_3 \cdot h_2 \cdot \omega} \sqrt{\frac{B}{M}}$$

wobei g der sogenannte Schubparameter ist.

G_2 = Schubmodul von Schicht 2
 B = Gesamtbiegesteifigkeit
 M = Masse / Flächeneinheit

Wie aus diesen Gleichungen ersichtlich ist, sind die entscheidenden Parameter wie G_2 , E_3 und E sowie die Dickenverhältnisse richtig aufeinander abzustimmen, um eine optimale Dämpfung bei der gewünschten Frequenz zu erhalten. Der Verlustfaktor von Verbundsystemen ist im Allgemeinen wesentlich frequenzabhängiger als der von Einfachbelägen.

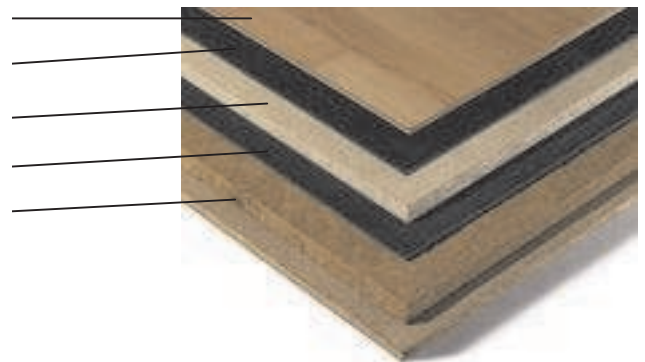
Entdröhnen



Prinzipaufbau

Dämpfungsfolie

Bodenbelag
elast. Entdröhnschicht 1
Lastverteilungsplatte
elast. Entdröhnschicht 2
Bodenunterbau



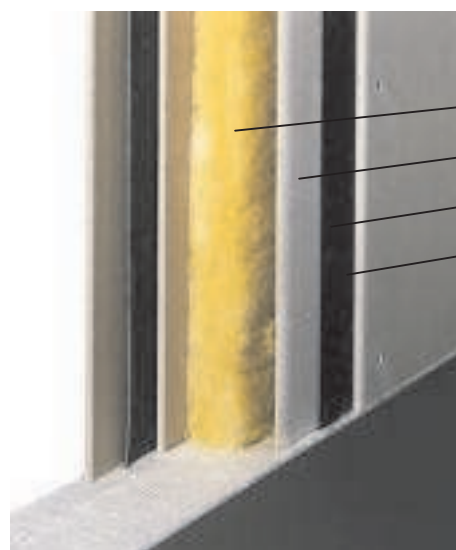
Verbesserung der Trittschalldämmung, Isolierung 2-lagig

Einschichtige Dämpfungsbeläge

Dämpfungspappen werden vornehmlich zur Körperschalldämpfung dünnwandiger Metalle und Kunststoffe eingesetzt. Durch Ausrüstung mit einer speziellen Dämpfungsschicht bei geringem Gewicht, erreicht man sehr gute Werte der Schalldämmeigenschaften. Sie dürfen allerdings nicht an direkt bewitterten Objekten eingesetzt werden.

Bitumenfolien oder Kunststoffschwerfolien werden zur Erhöhung der Luftschalldämmung und zur Körperschalldämpfung eingesetzt. Sie sind oberhalb von Raumtemperaturen flexibel.

Entdröhnprodukte eignen sich besonders für die Verbesserung der Luftschalldämmung von Trenntüren und -wänden sowie Stellwänden.



Verbesserung der Luftschalldämmung von Trennwänden/Schematischer Aufbau einer Trennwand

Entdröhnen

Kombinationssysteme mit Bitumenfolie oder -pappe dämpfen den Körperschall. Offenzellige Schäume absorbieren den Luftschall.

Durch die verschiedensten Oberflächenstrukturen finden die Kombisysteme ein breites Anwendungsfeld. Noppen- und Waffelstrukturen vergrößern die Absorptionsfläche, PVC-Folien farbig, gelocht geben ein modisches Design. Spezialbeschichtungen schützen gegen Wärme und Schmutz.

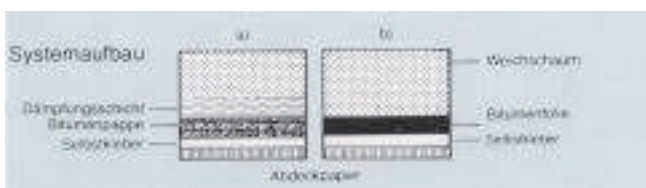
Eine Oberflächenversiegelung verhindert zuverlässig ein Eindringen von Feuchtigkeit in das Material.

Die Stärken der jeweiligen Materialien sind je nach Anforderungen individuell herstellbar. Die umfassenden theoretischen sowie praktischen Erkenntnisse der Schallproblematik machen es möglich, in der Praxis individuell zu reagieren.

Körper- und Luftschalldämpfung mit Kombinationssystemen

Kombinationssystem zur Körper- und Luftschalldämpfung

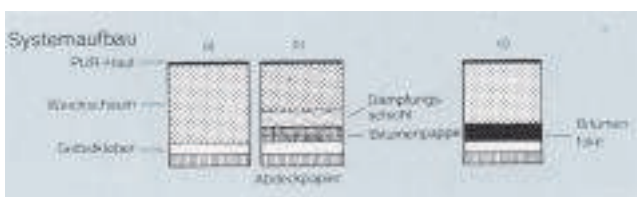
- a) selbstklebend mit Bitumenpappe und Dämpfungsschicht
- b) selbstklebend mit Bitumenfolie



Systemaufbau

Kombinationssystem mit PUR-Haut

- a) selbstklebend (Luftschalldämpfung)
- b) selbstklebend mit Bitumenpappe und Dämpfungsschicht
- c) selbstklebend mit Bitumenfolie



Für die moderne Fertigungsindustrie sind maßgenau vorgefertigte Teile Voraussetzung für einen geordneten Produktionsablauf. Stanz- und Schneidetechnik für sämtliche Produkte wie Pappe, Kunststoff, Bitumen, Folien und Kombisysteme ermöglichen die notwendige Individualität bei unterschiedlichen Anforderungen. Die Ausrüstung mit Selbstklebebeschichtungen erleichtern die Montage.

Standardplatten führen wir in den Formaten:

Entdröhnprodukte
Pappe/Folie 500 x 1000 mm
Stärken ca. 1,5 - 5 mm

Kombi-Systeme 500x1000 mm
1000x1000 mm
Stärken 10 - 50 mm



Entdröhnappen und -Folien

KOPHON 1

Ist eine Entdröhnappe, die als preiswerte Lösung zur effizienten Entdröhnung dünnwandiger Blechkonstruktionen entwickelt wurde. Bei planen Flächen ergeben sich zusätzlich erwünschte Versteifungseffekte.

KOPHON 2

Eine Weiterentwicklung der Entdröhnappe, ist zur Erhöhung der körperschall-dämpfenden Eigenschaften oberseitig mit einer zusätzlichen, speziellen Dämpfungsschicht versehen. Dies bewirkt eine Verdopplung des Verlustfaktors gegenüber der KOPHON 1

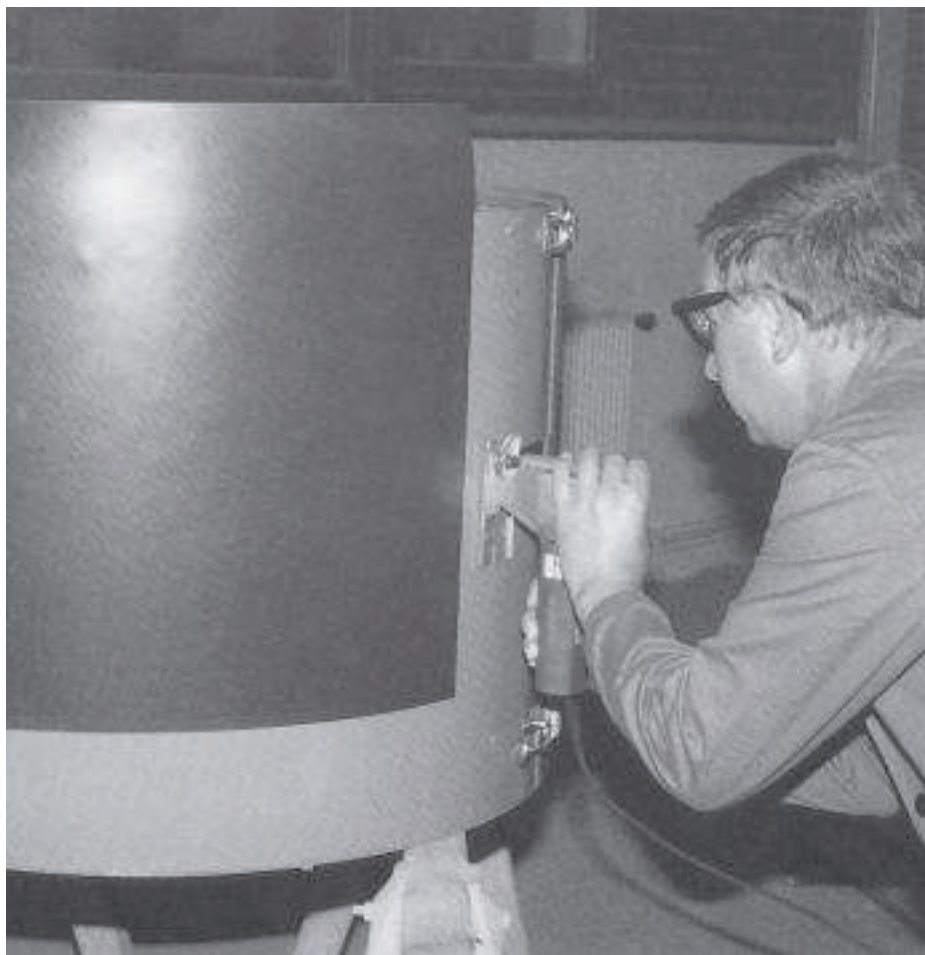
KOPHON 3

Ist eine thermoplastische Kunststoffschwerfolie aus unvulkanisierten Synthesekautschuken (EVA) und spezifisch schweren, mineralischen Füllstoffen. KOPHON 3 hat bei hoher Masse je Flächeninhalt eine geringe Biegesteifigkeit und genügt dadurch in hervorragender Weise den Anforderungen, die auf Grund physikalischer Gesetze an einen Luftschalldämmstoff zu stellen sind. KOPHON 3 lässt sich dank seines thermoplastischen Charakters leicht zu Formteilen verarbeiten

Technische Daten	KOPHON 1	KOPHON 2	KOPHON 3
Basis	bitumenimprägnierte Wollfilzpappe	bitumenimprägnierte Wollfilzpappe	Synthesekautschuk Wollfilzpappe
Brennbarkeit DIN 4102	B 3	B 2	B 2
Dicke	1,5 mm	1,85 t 0,3 mm	1,45 ± 0,1 mm
Farbe	schwarz	grau	grau
Flächengewicht	1,6 kg/M2	1,15 kg/m'	3,0 kg/n,2
Kältebeständigkeit	- 30 °C	- 30 °C	- 30 °C
Lagertemperatur	+ 15 °C bis + 25°C	+ 15 °C bis + 25°C	15 °C bis + 25°C
Luftschalldämmung 1000 Hz	2,2 dB		
Maximale Lagerzeit	ca. 12 Monate	ca. 12 Monate	ca. 12 Monate
Verarbeitungstemperatur	+ 20 °C bis + 25°C	+ 20 °C bis + 25°C	+ 20 °C bis + 25°C
Verlustfaktor bei 200 Hz	0,045	0,09	0,045
Wärmestand 1 h senkrecht	+ 90 °C	+ 150 °C	+ 150 °C
Wärmestand Langzeit	+ 80 °C	+ 80 °C	+ 80 °C
Klebeausrüstung	Haftklebstoff, Hotmelt	Acrylat-Copolymere	Acrylat-Copolymere
Versiegelung	keine	graphit	keine

Magnetfolie

Magnetfolien eignen sich zum Entdröhnen von Blechen beim Schleifen, Bohren, Hämmern, Sägen, Knabbern, Nibbeln etc.



Flexible Magnetfolie zur Lärminderung bei Stahlblechen Die flexible Magnetfolie zeichnet sich durch eine gute Haftkraft, hohe Flexibilität und eine besondere Knickfestigkeit aus. Sie ist einseitig mehrpolig magnetisiert. Die Magnetplatten gibt es mit mittlerem Füllgrad als Platte/Folie. Materialzusammensetzung: ca. 65% Bariumferrit und 35% flexibler Kunststoff.

Aufbau

- Abmessungen:
600 x 500 mm/ Stanzteile auf Anfrage.
(Bis 1.000 mm Breite als Rollenware auf Anfrage).
- Stärke: 1,5 mm ab Lager, bis 3 mm auf Anfrage
- Flächen-Gewicht: für 1,5 mm: ca. 4 kg/m²
- Oberfläche: glatt
- Farbe: braun
- Temperaturbeständigkeit: -15 bis +600C
- Haftkräfte:
40 cN/cm' ohne Luftspalt
32 cN /CM2 0,1 mm Luftspalt
27 cN /CM2 0,2 mm Luftspalt
22 cN/CM2 0,3 mm Luftspalt

Akustische Eigenschaften/Einsatzbereiche

Die flexiblen Magnetfolien werden im Bereich der Schalldämmung und Schwingungsisolierung an Verarbeitungsmaschinen, sowie bei beweglichen Arbeitsstellen im Apparatebau bei Schleif- und Richtarbeiten an Blechen, Verkleidungen etc. eingesetzt. Bei Impulslärm können Schallminderungen von 10 - 12 dB(A) erreicht werden. Die Montage und Demontage kann mit geringstem Aufwand erfolgen.

Bestelldaten

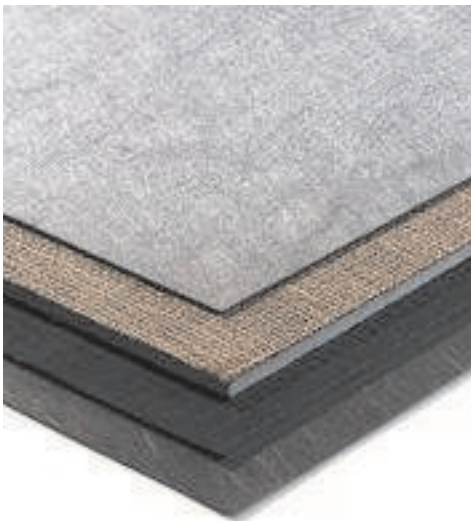
Abmessung in mm

600 x 500 x 1,5

Lieferzeit: In der Regel ab Lager

Dämpfungs- folien

Die Dämpfungsfolien sind Kunststoffschwerfolien zum Entdröhnen von Stahl- und Alublechen.



Um das Dröhnen von Blechhauben, Verkleidungen etc. zu vermeiden, eignet sich in besonderem Maße die selbstklebende Kunststoffschwerfolie mit hohem Flächengewicht

Eigenschaften einer 3 mm Kunststoff-Schwerfolie

- Abmessungen 1000 x 500 mm (Stanzteile auf Anfrage)
- Dicke: z. B. 3 mm Kunststoff-Schwerfolie (ca. 5,5 kg/m²)
- spezifisches Gewicht: 1,6g/cm³
- Ausführung: einseitig selbstklebend (Dispersionskleber)
- Oberfläche: mit Textilvlies kaschiert, schmutz- und wasserabweisend
- Zerreißfestigkeit: $\geq 0,6$ N/mm²
- Biegefähigkeit: über Dorn 10 mm
- Temperaturbeständigkeit -5 bis +100°C
- Brandverhalten: Brennrate < 80 mm/Min. asbestfrei
- Lagerfähigkeit: ca. 6 – 8 Monate

Akustische Eigenschaften

- Verlustfaktor bei 200 Hz und 20° C
- bei 3 mm 0,1

Lieferzeit: In der Regel ab Lager.

Andere Formate und Stanz-Teile nach Zeichnung auf Anfrage.

Materialstärken von 1,2 – 8 mm sind je nach Anwendungsbereich lieferbar.

Anwendungsbereiche:
Umweltfreundliche Kunstharzdispersionen für die effektive Körperschall-Dämpfung im Innenbereich an witterungsgeschützten Stellen z. B. für Maschinenverkleidungen, Fassadenbleche, Blechkassetten, Waggon- und Fahrzeugbau etc.



Entdröhnen

Spritz- und Spachtelmasse

Spritz- und spachtelbare Lärmbekämpfungsmaterialien

Kophon 4

Die Produkte dieser Serie sind aufgrund ihrer sehr hohen Dämpfungseigenschaften, der für jeden Anwendungsfall einstellbaren Belagdicke und des problemlosen Aufbringens auch auf unebenen (verformten, gerippten, strukturierten) Werkstücken ein universelles Körperschall-dämpfungsmaterial.

Technische Angaben zu Spritz- und Spachtelmassen

Wie müssen Bleche vorbehandelt werden?

Für Kophon 4 ist ein ausreichender Rost- und Korrosionsschutz notwendig, da dieses Produkt auf Dispersionsbasis beruht. Die Materialien sind porös und haben grundsätzlich einen Restgehalt an Feuchtigkeit. Die Untergründe müssen weitgehendst fettfrei sein. Haftprimer sind nicht notwendig. Ein Anschleifen der Oberfläche zur Haftverbesserung ist nicht erforderlich.

Trockenzeit bei 20°C, 10% Restfeuchte

Nach ca. 24 – 36 Stunden ist Kophon 4 bei einer Schichtdicke von 3 mm nach DB-Vorschrift TL 918 326 durchgetrocknet. Abhängig ist die Trockenzeit von der relativen Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit.

Abrutschverhalten an senkrechten Flächen?

Bis max. 6 mm kein Abrutschen. Geprüfte Flächenmaße: 1000 x 1000 mm

m²-Spritzleistungen

Die Spritzleistungen sind im Wesentlichen von der Pumpleistung der Verarbeitungsgeräte abhängig. Mit der von uns empfohlenen Lincoln-Pumpe 4" erzielt man eine Leistung von ca. 5,0 kg/Min. nass.

Leihweise Spritzgeräte

Ja, objekt- und materialgebunden. Eine Voranmeldung ist allerdings erforderlich. Der Kunde ist für evtl. auftretende Reparaturen zuständig. Gerätehersteller nennen wir Ihnen gerne auf Anfrage.

Liefergrößen

HO 40,0 kg

Aufrühren

Nach längerer Lagerzeit (ca. 3 Monate) ist ein Aufrühren zu empfehlen.

Verarbeitungstemperatur

Die günstigste Verarbeitungstemperatur liegt zwischen 15 – 25°C. Sie darf 5°C nicht unterschreiten und sollte nicht höher als 40°C liegen.

Umweltverträglichkeit der Restposten

Kophon 4 kann als umweltverträglich eingestuft werden. Im ausgetrockneten Zustand ist eine Entsorgung als Hausmüll möglich.

DIN 4102 B1

Kophon 4 ist bis zu einer Schichtdicke von 4 mm trocken = 5,6 kg/m² Trockenmasse als schwer entflammbarer Baustoff nach DIN 4102 B1 eingestuft.

Toxisch bei Verbrennung

Bei der Verbrennung von Kophon 4 entstehen keine Halogene und schwermetallhaltigen Produkte (z. B. Bromderivate).

Beschichtung im Winter

Eine Beschichtung ist auch in den Wintermonaten möglich, solange das noch nicht trockene Produkt vor Frost geschützt ist.

Korrosion auf Stahl und Alu

Korrosion auf blankem Stahl. Bei Alu im Schwitzwassertest nach DIN 50 017, 2 Wochen keine Lochfraßkorrosion.

Wärmefestigkeit

Kurzzeit: 1 Stunde = 200° C
Langzeit: 400 Stunden = 100° C

Kältefestigkeit

Kältefestigkeit ist gegeben bei Kugelfalltest mit einer 300 g schweren Kugel, Fallhöhe 30 cm auf das rückseitige Blech bei -30° C.

Brandfestigkeit bei Schnittkantenbeanspruchung

Brandfestigkeit bei Schnittkantenbeanspruchung ist gegeben, kein Weiterbrennen nach Wegnahme einer offenen Flamme. Kein Entflammen beim Sägen, rückseitigem Elektro-, Autogen- und Schutzgasschweißen.

Alterungsbeständigkeit

Eine Alterungsbeständigkeit ist vorhanden, wenn keine direkte UV-Einstrahlung sowie dauernde Nässe (Luftfeuchtigkeit unterhalb des Taupunktes) gegeben ist.

Farbe und Überlackierbarkeit

Farbe: beige

Ein Überlackieren mit Farben auf Kunstharz-, Epoxy- und PVC-Basis ist im trockenen Zustand möglich (B1 beachten) und preisgünstiger als einfärben.

Verarbeitung

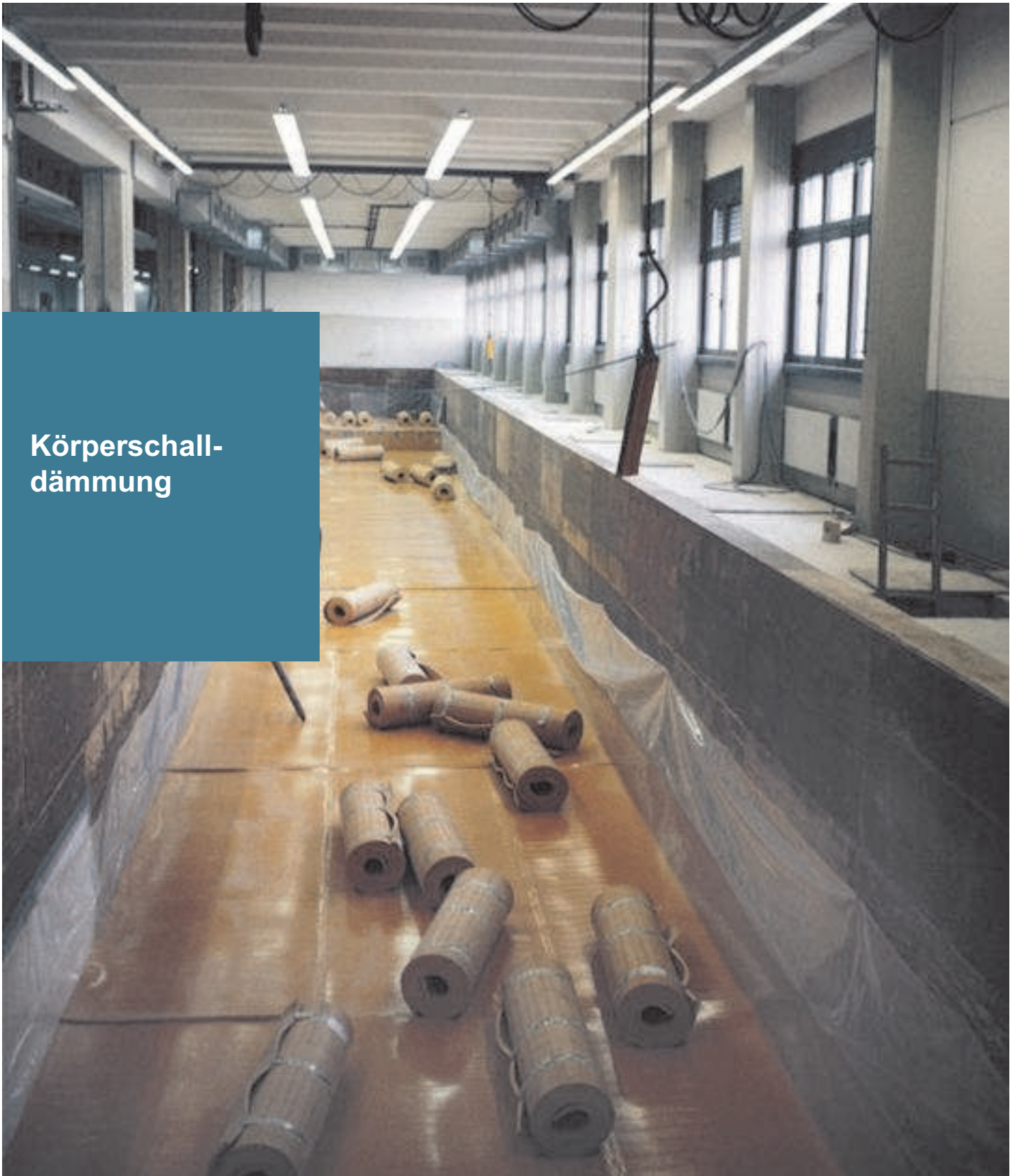
Spritz- und spachtelbare Werkstoffe zur Körperschalldämpfung an Metall-, Kunststoff- und Holzflächen

Die Verarbeitung ist einfach. Nach dem Aufbringen mittels Spritzpistole oder als Pastenauftrag entsteht ein fugenloser Belag, der sich fest mit dem Untergrund verbindet. Ein Großteil der Materialien ist unempfindlich gegen Dieselöl und Batteriesäure, korrosionsschützend und alterungsbeständig. Das spezifische Gewicht ist gering. Sie sind größtenteils physiologisch unbedenklich.

Einsatzbereiche:

Zur Körperschalldämpfung von Blechen im Waggon-, Fahrzeug-, Schiffs- und Gerätebau. Aber auch für Klimaanlage, Fassadenelemente, Führerhäuser bei Baggern und Kränen sowie Ventilatoren und Aggregaten (Abluft).

Körperschall- dämmung



Theoretische Einführung

Körperschall- dämmung

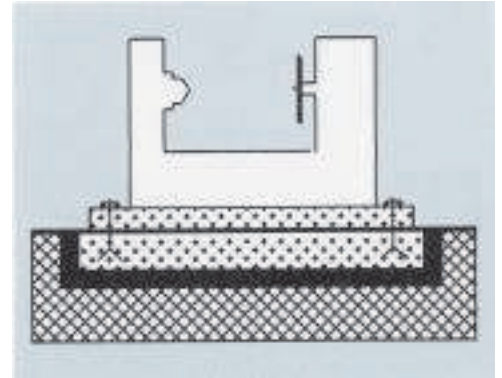
Schwingungen mit kleinen Amplituden und Frequenzen oberhalb 15 - 20 Hz (bis in den KHz-Bereich), die in flüssigen und festen Körpern oder Konstruktionen bzw. Geräten auftreten, bezeichnet man als "Körperschall". Körperschall kann von einer Anlage auf andere Geräte oder Medien übertragen werden, wobei eventuell unterschiedliche Intensitäten durch Anregung vorhandener Resonanzstrukturen auftreten. Von einer starr montierten Maschine kann z. B. über das Aufstellungsfundament das Erdreich und Grundwasser die Bauwerksstruktur oder feste Rohrleitungsverbindungen usw. die Schallschwingung auf angrenzende Konstruktionen und Wandflächen geleitet werden; diese Teile können den "Körperschall" dann in Form von "Luftschall" wieder in den Raum (hörbar) abstrahlen.

Durch den Körperschall wird nicht nur der Mensch belastigt, sondern es können auch Maschinen und Geräte in ihrer Funktion und Genauigkeit beeinträchtigt werden. Wichtig ist, dass Schwingungen und Schallwellen bereits am Entstehungsort oder vor Einleitung in die angrenzenden Konstruktionsteile absorbiert oder gedämmt werden. Eine effektive Methode ist das Entkoppeln; d. h., eine elastische weiche Lagerung und Fixierung des Schallerzeugers (Körperschallübertragung) am Fundament so anzuordnen, dass die Vibrationen im Schwingungsdämpferelement aufgenommen werden und die Aufstellfläche, möglichst schwer und massiv, nicht mehr erregt wird. Mit der elastischen weichen Lagerung kann ein hoher Übertragungswiderstand (Impedanz) erreicht werden. Dämmung im schwingungstechnischen Sinne heißt Erregerkräfte abbauen, so dass sie nur stark gemindert in das Fundament eingeleitet werden. Man unterscheidet zwischen Erschütterungsdämmung und Körperschalldämmung.

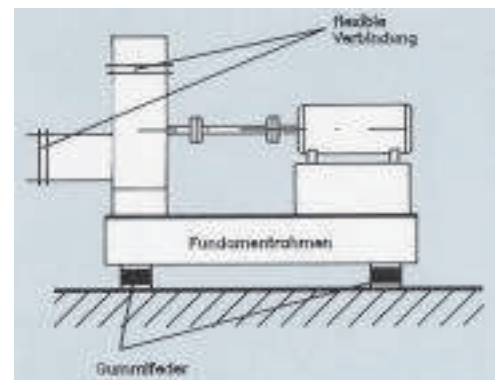
Werden die von einer Maschine ausgehenden Störungen von der Umgebung ferngehalten, bezeichnet man die dämmende Wirkung mit später genannten Elementen als Aktiventstörung. Werden empfindliche Geräte gegen Störung aus der Umgebung geschützt, spricht man von Passiventstörung.

Je nach Art der Schwingungserregung können die Störungen periodisch oder stoßartig erfolgen. Eine einfache Möglichkeit zur Körperschalldämmung wird durch Einfügen einer »Dämmschicht« zwischen Maschinenblock und Unterfundament (Fußboden) erreicht. Hierfür bieten sich Materialien wie z.B. Gummi oder weiche Kunststoff-Platten an.

Unter Zwischenschaltung besonderer Elastomer-Elemente ist es auch möglich, Maschinen/Anlagen direkt auf den Hallenboden zu stellen. Diese letztere Variante hat den Vorteil, dass bei Produktionsumstellung ein Plazieren der Maschine an einem anderen Ort in aller Regel problemlos möglich ist.



Fundamentlagerung



Lagerung mittels Gummi-Metall-Elementen

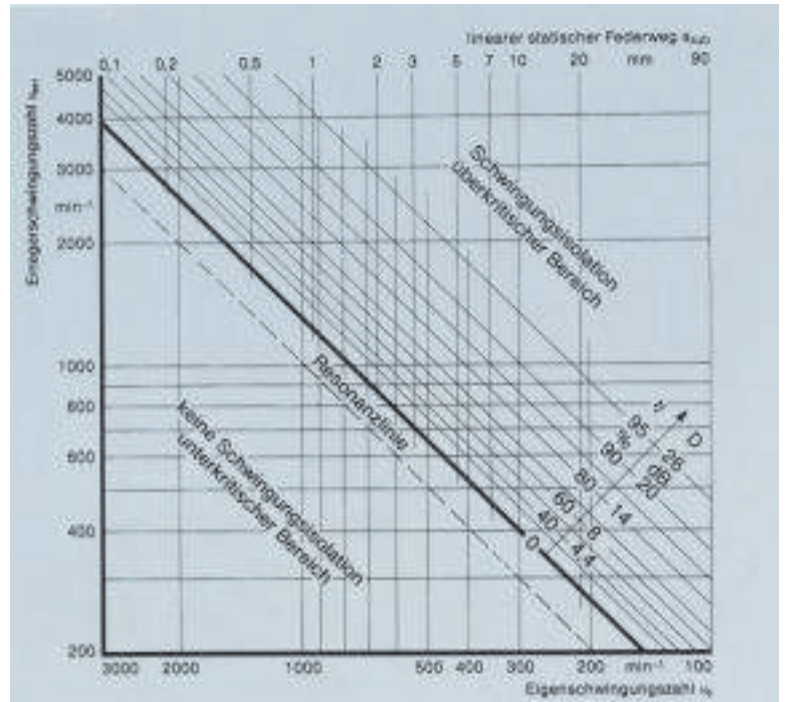
Theoretische Einführung

Als Körperschallisolierung (elastische Lagerung) eignen sich z. B.:

Verlustbehaftete Stahlfedern
Gummimetallverbindungen
Gummifedern
Polyurethanschaumfedern
Luftfedern

Das Ergebnis einer Körperschallisolierung ist abhängig von dem Verhältnis der Störfrequenz (Schwingung der Maschine) zur Eigenfrequenz (Resonanzfrequenz) des Isolierelementes. Je größer der Abstand der beiden Frequenzen zueinander ist, je größer ist die Isolierungswirkung. Hierbei ist zu beachten, dass der Wert der Eigenfrequenz der kleinere Wert, der betrachteten Frequenzen sein soll. (Lagerung im überkritischen Bereich).

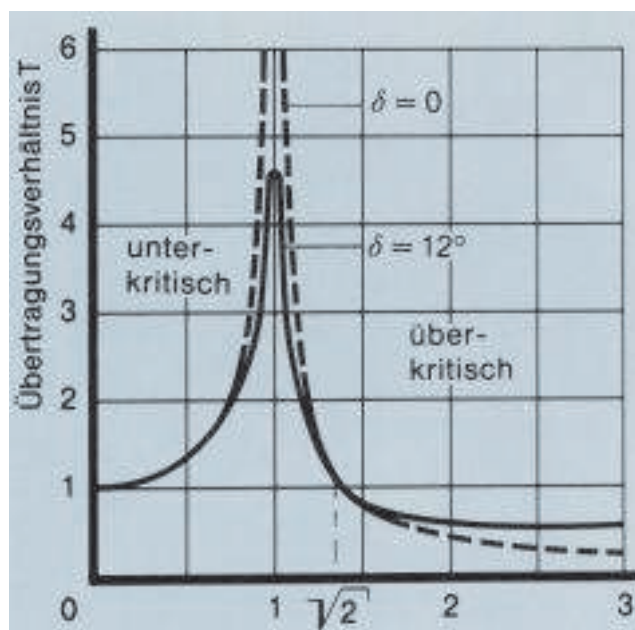
Körperschall- dämmung



Eine akzeptable Isolierung sollte mindestens 75% Isolierungswirkung haben, also ein Frequenzverhältnis von 1:2,3 (Eigenfrequenz des Isolierelementes zur Störfrequenz). Bei einem Verhältnis von 1:4 beträgt die Isolierungswirkung etwa 93%.

Kurve der Übertragungsverhältnisse

Diese Kurve zeigt, dass bei sehr dicht beieinander liegenden Frequenzen (Eigen- und Störfrequenz) oder bei Gleichheit (Resonanzfall) eine Erhöhung eintritt. Der Umkehrpunkt zwischen Erhöhung und Isolierung ist der Wert $\sqrt{2}$. Sobald die Frequenzwerte weiter auseinanderliegen, tritt eine Isolierungswirkung ein.



Isoliergrad n und Dämmwert D eines ungedämpften Einmassenschwingers in Abhängigkeit von der Erreger- und Eigenschwingungszahl bzw. des linearen statischen Federweges.



Körperschall- dämmung

Einige Begriffe

Federrate c

Das Verhältnis der Kraft F in N zum Federweg s in mm

$$c = \frac{F}{s} \quad \text{N/mm}$$

Federkennlinie

Je nach Federwerkstoff und oder Federform verläuft die Kennlinie linear, progressiv oder degressiv. Stahlfedern haben in der Regel einen linearen Kennlinienverlauf. Elastomerkennlinien haben einen progressiven oder degressiven Verlauf.



Eigenfrequenz f_e

Schwingungen pro Sekunde (Hz)

Jedes schwingfähige System schwingt nach einer Anregung in seiner Eigenfrequenz aus.

Die Eigenfrequenz eines ungedämpften Einmassenschwingers wird durch die Federrate c in N/mm und die Größe der Masse m in kg bestimmt.

$$f_e = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{c}{m}} 1000 \quad \text{Hz}$$

Eigenschwingungszahl V_e

Anregungen pro Minute also 60 mal größer als die Eigenfrequenz (min^{-1}).

Schwingstärke

Größe zur Beurteilung von Schwingungen

Gem. VDI 2056 (Maschinenschwingungen) ist der Effektivwert der **Schallschnelle v in mm/s** die maßgebende Größe der Schwingstärke.

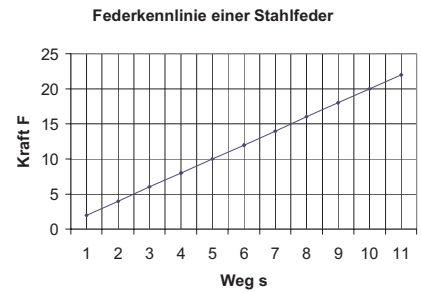
Die verschiedenen Schwingstärkenstufen werden mit ihren maximalen v -Werten gekennzeichnet. Die zulässige Schwingstärke ist für die einzelnen Maschinengruppen unterschiedlich. Oft wird an den Maschinen ein Schwingstärke v von 1 mm/s als gut bewertet, ein Wert von 10 mm/s jedoch als unzulässig betrachtet. Bei elastisch gelagerten Maschinen werden größere Schwingstärken zugelassen als bei starren. Gem. VDI 2056 sind es in der Gruppe S bei schnelllaufenden Motoren Werte von $v = 50 \text{ mm/s}$ und mehr.

VDI 2057 kennzeichnet die Schwingeinwirkung auf den Menschen durch logarithmisch gestufte Zahlenwerte von 0,1 – 100.

Nach VDI 2057 Bl. 3 besteht oberhalb der Fühlschwelle von rund $KB = 0,1$ folgender Zusammenhang zwischen der bewerteten Schwingstärke und der subjektiven Wahrnehmung von Schwingungen.

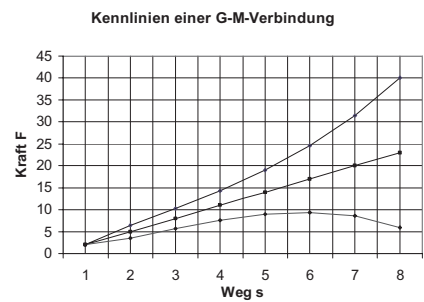
- $0,1 < KB \leq 0,4$ gerade spürbar
- $0,4 < KB \leq 1,6$ gut spürbar
- $1,6 < KB \leq 6,3$ stark spürbar
- $6,3 < KB$ sehr stark spürbar

Kennlinien unterschiedlicher Federelemente



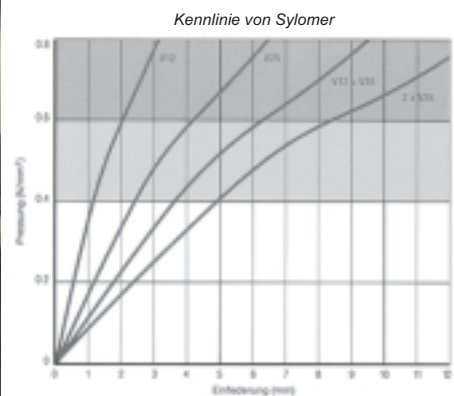
Federelemente aus Stahl haben einen linearen Kennlinienverlauf. Die Federrate ist an allen Arbeitspunkten gleich.

Körperschall-dämmung



Gummi-Metall-Verbindungen haben je nach Gestaltung und Art der Beanspruchung eine progressiv, lineare oder degressiv verlaufende Kennlinie. Für lineare Kennlinien ist die Federrate konstant. Bei progressiv oder degressiv verlaufenden Kennlinien ist die Federrate federwegabhängig.

Federelemente haben je nach Werkstoff oder Bauart einen unterschiedlichen Kennlinienverlauf.



Flächige Federwerkstoffe wie z. B. Sylomer haben im Dauerlastbereich eine annähernd lineare Kennlinie. Im Arbeits- und Spitzenbereich werden die Kennlinien leicht degressiv.

Einsatzgebiete Lagerarten

Körperschalldämmung mit Sylomer findet viele Einsatzbereiche in der Industrie : z.B.

- Fundamentlager für :
 - Antriebsmaschinen
 - Schlagprüfwerke
 - Kompressoren
 - Ventilatoren
- Passiv-Lagerung von Werkzeugmaschinen
- Elastische Lagerung von
 - Notstromaggregaten
 - Ölpumpen
 - Dieselgeneratoren
- Elastische Lagerung von Geräten einer Kläranlage
- Elastische Streifenlager:
 - für Industriehallenböden
 - im Bauwesen oder Maschinenbau: an Klimaanlage, Heizkesseln, Pumpen, Generatoren, Kompressoren, Pressen und Stanzen.

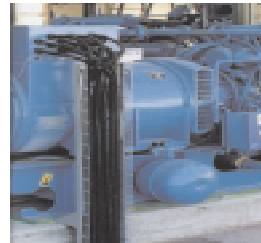
Körperschalldämmung mit Sylomer findet viele Einsatzbereiche im Bauwesen: z.B.

- Elastische Lagerung von :
 - Werkstattböden
 - Aufnahmeräumen
 - Pressenfundamenten
 - Stanzenfundamenten
 - Pumpenstationen
 - Heizkesseln
- Elastische Lagerung von Fundamenten für
 - Weingartenpressen
 - Turbinen
- Erschütterungsisolierung im Bauwesen:
 - Sylomer-Platten für den Immissionschutz von Gebäudfundamenten und anderen Bauwerken.
- Körperschalldämmung innerhalb von Gebäuden wie:
 - Elastische Trennwandlager
 - Treppenlager
 - elastischen Fugen.
- Körperschalldämmung im Eisenbahnbau:
 - Elastische Lagerung des Schotteroberbaues mit Sylomer-Mehrschichtmatten.
 - Elastische Bauteile für schotterlosen Oberbau.

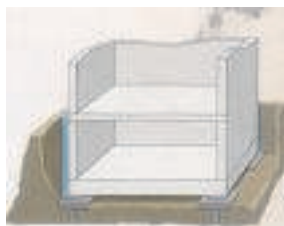
Vollflächig



Streifenförmig



Punktförmig



Darstellung verschiedener Lagerarten

Sylomer ist ein zelliges Polyurethan-Elastomer, das vorwiegend der Schwingungsisolierung, der Schockdämpfung und der Lärminderung dient. Durch die gezielte Auswahl der belasteten Fläche, des Materialtyps und der Plattenstärke lassen sich die statischen und dynamischen Eigenschaften des elastischen Lagers dem jeweiligen Anwendungsfall optimal anpassen.

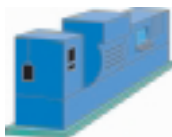
Die Lagerung auf Sylomer kann vollflächig, auf einzelnen Lagerstreifen oder auf Punktlagern erfolgen. Welche Art der Lagerung am günstigsten ist, hängt von der geforderten Abstimmfrequenz und den konstruktiven Gegebenheiten ab.

Die vollflächige Lagerung bietet den Vorteil einer einfachen Ausführung. Die Gefahr von Schallbrücken durch Einbaufehler ist sehr gering. Die Lasten werden durch die vollflächige Lagerung großflächig in den Untergrund eingeleitet. Konstruktive Maßnahmen zur Übertragung der Lasten auf Lagerstreifen oder einzelnen Lagerpunkte sind nicht notwendig.

Wird die Belastung als Streckenlast übertragen, bietet sich eine Lagerung auf Streifen an. Die Abstimmung auf die gewünschte Abstimmfrequenz lässt sich durch den Materialtyp und Streifenbreite erreichen.

Bei einer punktförmig Lastverteilung erfolgt die elastische Entkopplung am sinnvollsten über Einzellager. Durch die Größe der Lagerfläche lässt die optimale Abstimmfrequenz erreichen.

Lagerarten



Vollflächig



Streifenförmig



Punktförmig

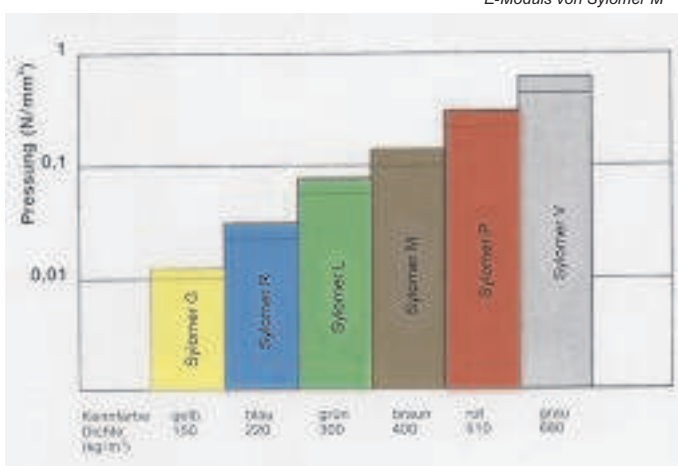
Bodenpressung [N/mm²]	Isoliergrad	Kosten	Verlege- aufwand	Unter- konstruktion	Nivellierung	Befestigung gegen Kippmoment
sehr gering	„GUT“ durch Auswahl verschiedener Werkstoffe	200 %	gering	Fundament- platte (Zusatzmasse)	mit Aufwand möglich	gut
mittel	„GUT“ lässt sich optimal anpassen	100 %	durch das Ausrichten etwas höher	Grundrahmen (wenig Masse)	möglich	gering
hoch	„GUT“ wegen Schwerpunkt aber mit Aufwand	80 %	durch Nivellierung und Befestigung etwas höher	Füße (geringe Masse)	leicht möglich	nur mit Zusatzlaschen

Beschreibung des Werkstoffes

Allgemeines

Sylomer-das spezielle PUR-Elastomer - hat in zelliger und kompakter Form viele Einsatzbereiche in der Bautechnik und im Maschinenbau. In den meisten Fällen wird Sylomer als druckbelastete Feder verwendet. Die Eigenschaften der Feder können durch die gezielte Auswahl von Sylomer-Typ,

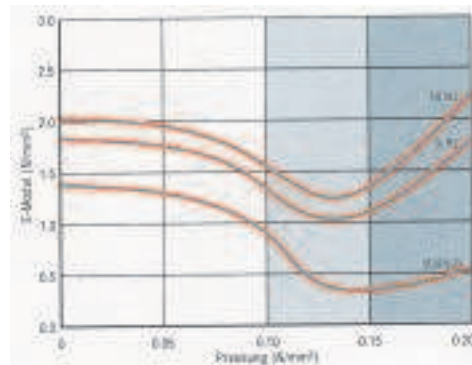
Lastbereiche, Kennfarben und Dichten der Sylomer-Standardtypen



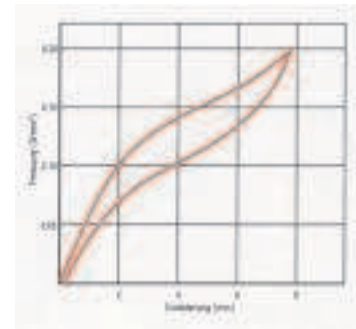
Aufstandsfläche und Bauhöhe, in einem großen Bereich an die jeweilige Konstruktion, Bauweise und Beanspruchung angepasst werden. Sylomer-Werkstoffe stehen als kontinuierlich gefertigte Bahnware zur Verfügung und eignen sich besonders als flächige, elastische Schicht. Darüber hinaus sind auch technische Formteile aus Sylomer erhältlich. Die Standardtypenreihe (siehe Abb.) umfasst Sylomer-Werkstoffe mit Dichten von 150 kg/m³ bis 680 kg/m³. Für spezielle Anwendungen werden Sondertypen mit spezifisch abgestimmter Dichte oder Vernetzung, sowie kompakte Materialien gefertigt. Die feinzellige Struktur stellt bei statischer und dynamischer Beanspruchung das notwendige Verformungsvolumen in sich zur Verfügung. Dadurch werden elastische Lager mit vollflächiger Kraftübertragung möglich. Speziell im Bauwesen bringt dies große konstruktive und wirtschaftliche Vorteile.

Die quasistatische Federkennlinie

Der für Sylomer typische Verlauf der Federkennlinie bei Druckbelastung ist hier dargestellt. Im Bereich kleiner Druckbelastung besteht ein linearer Zusammenhang zwischen Spannung und Verformung. In diesem Bereich soll bei elastischen Lagern die ständige statische Belastung liegen. Der Belastungsbereich ist in den Produktdatenblättern jeweils spezifiziert. Anschließend an den linearen Lastbereich verläuft die Federkennlinie degressiv; der Werkstoff reagiert auf zusätzliche statische und dynamische Lasten besonders "weich" und ermöglicht daher eine sehr wirksame Schwingungsdämmung.



Lastabhängigkeit des statischen und dynamischen E-Moduls von Sylomer M



Federkennlinie von Sylomer® M 25

Der Bereich der Kennlinie in dem eine hohe Wirksamkeit bei relativ kleiner Einfederung erreicht wird, ist in den Produktdatenblättern leicht gerastert unterlegt. Bei Belastungen, bzw. Verformungen, die über den degressiven Bereich hinausgehen, verläuft die Kennlinie progressiv (stark gerasteter Bereich). Der Werkstoff wird steifer. In diesem Lastbereich ist daher mit einer reduzierten schwingungstechnischen Wirksamkeit zu rechnen. Sylomer ist unempfindlich gegen Überbelastung. Selbst sehr hohe Verformungen infolge kurzzeitiger extremer Lastspitzen federn nach der Entlastung nahezu vollständig zurück. Der Werkstoff wird nicht geschädigt. Der Druckverformungsrest nach DIN 53572 (70 h bei 50% Verformung, Messung 30 Min. nach Entlastung) liegt für Sylomer zwischen 2% und 6%.

Das Verhalten bei dynamischer Belastung

Das Diagramm zeigt die Lastabhängigkeit des statischen und dynamischen Elastizitätsmoduls (bei 5 Hz und bei 40 Hz). Wie alle Elastomere reagiert Sylomer auf dynamische Belastungen steifer als auf statische Belastungen. Der Versteifungsfaktor ist abhängig vom Sylomer-Typ, der Belastung und der Frequenz und liegt zwischen 1,4 und 4. Entsprechend dem Verlauf der Federkennlinie weisen der statische und der dynamische Elastizitätsmodul ein Minimum auf. In diesem Lastbereich besitzt Sylomer besonders gut schwingungsdämmende Eigenschaften. Es können daher mit Sylomer-Lagern Schwingssysteme realisiert werden, die trotz verhältnismäßig kleiner statischer Einsenkung eine hohe Dämmwirkung ergeben. In dem für die Körperschalldämmung relevanten Frequenzbereich (20 Hz bis 250 Hz) ist der E-Modul von Sylomer gering frequenzabhängig. Diese Frequenzabhängigkeit kann bei Berechnungen meist vernachlässigt werden.

Beschreibung des Werkstoffes

Verlustfaktor

Bei dynamischer Belastung von Sylomer®-Werkstoffen werden Teile der zugeführten mechanischen Arbeit durch Dämpfungseffekte in Wärme umgewandelt. Das Dämpfungsverhalten von Sylomer®-Werkstoffen wird am genauesten durch den mechanischen Verlustfaktor (η) beschrieben. Dieser liegt für Sylomer®-Werkstoffe zwischen 0.1 und 0.3. Der jeweilige Wert ist in den Produktdatenblättern angegeben.

Verhalten bei Schubbelastung

Das Verhalten von Sylomer®-Werkstoffen auf Schubbelastung zeigt generell die gleiche Charakteristik wie bei der Druckbelastung. Das Schubmodul ist etwa um einen Faktor 4 kleiner als das entsprechende Elastizitätsmodul.

Statische Dauerbelastung

Bei Dauerbelastung treten wie bei allen elastomeren Werkstoffen gewisse Kriecheffekte auf. Unter Kriechen versteht man die Verformungszunahme unter gleichbleibender, langzeitiger Belastung. In dem für statische Dauerlasten empfohlenen Lastbereich liegt die Verformungszunahme auch nach sehr langer Zeit (10 h, bzw. 10 Jahren) unter 50%. Verformungszunahmen in dieser Größenordnung werden beispielsweise auch bei Elastomer-Brückenlagern festgestellt.

Dynamische Eigenschaften bei Dauerbelastung

Vor allem bei elastischen Schwingungslagern ist eine etwaige Veränderung der dynamischen Eigenschaften langzeitiger Belastung von Bedeutung. Die Empfehlung für die maximalen Belastungen der verschiedenen Sylomer®-Typen sind so gewählt, dass in den für ständige Lasten empfohlenen Bereichen keine belastungsabhängige Zunahme des dynamischen E-Moduls erfolgt. Die Darstellung unten beschreibt diese Zusammenhänge beispielhaft für Sylomer® M. Entsprechende Kurven für die Standardtypen sind den Produktblättern zu entnehmen.

Einfluss der Temperatur

Die Gebrauchstemperatur von Sylomer®-Werkstoffen sollte zwischen -30 u. $+70^\circ\text{C}$ liegen. Die Angaben in den Produktblättern gelten für Raumtemperatur.

Brandverhalten

Sylomer®-Werkstoffe werden nach DIN 4102 der Brandklasse B2 (normal entflammbar) zugeordnet. Im Brandfall entstehen keine korrosiv wirkenden Rauchgase. Sie sind in ihrer Zusammensetzung denen von Holz oder Wolle ähnlich.

Beständigkeit gegen Umweltbedingungen und Chemikalien

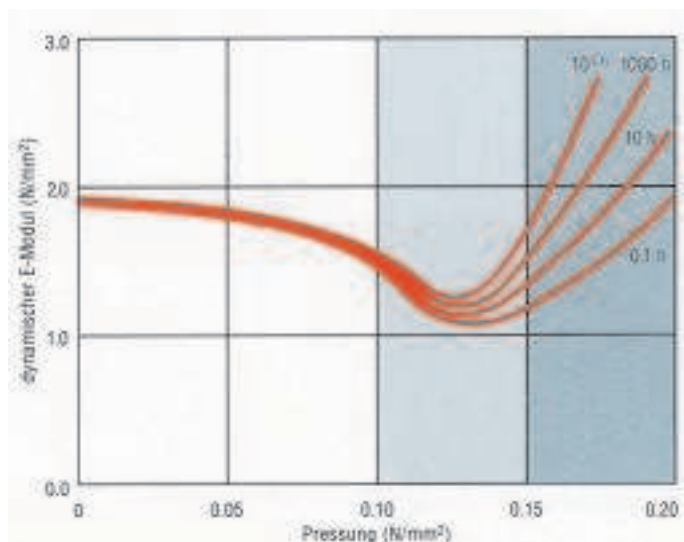
Sylomer®-Werkstoffe sind gegen Substanzen wie Wasser, Beton, Öle, Fette, verdünnte Säuren und Laugen beständig. Eine detaillierte Zusammenstellung der Beständigkeit gegen einzelnen Medien ist im Blatt W 3 enthalten.

Verarbeitungshinweise - Kleben

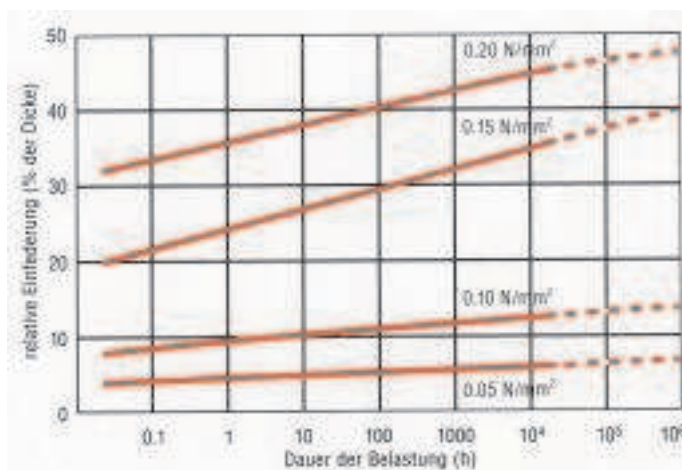
Für die Verklebung von Sylomer® eignen sich folgende Kleber:

- 1-Komponenten-Polyurethankleber
- 2-Komponenten-Polyurethankleber
- Kontaktkleber

Bitte fordern Sie bei Bedarf unsere spezielle Klebeempfehlung an.



Dynamischer E-Modul von Sylomer® M bei Langzeitbelastung



Ein für Sylomer typisches Beispiel. Dauerstandverhalten von Sylomer® M

Sylomer®-Produkte

Kennfarbe:
Gelb



Standard-Lieferformen ab Lager:

- Dicke:
12 mm bei Sylomer G 12
25 mm bei Sylomer G 25
- Rollen: 1,5 m breit, 5,0 m lang
- Streifen: bis 1,5 m breit, 5,0 m lang

Andere Abmessungen und Stärken sowie Stanzteile und Formteile auf Anfrage.

Empfehlungen für die elastische Lagerung:

Arbeitsbereich:

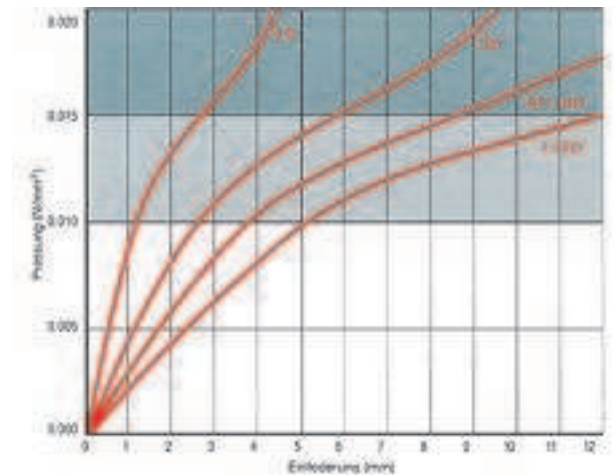
0 bis 0,015 N/mm²
(ständige und variable Lasten)

Statische Dauerlast:

0 bis 0,010 N/mm²

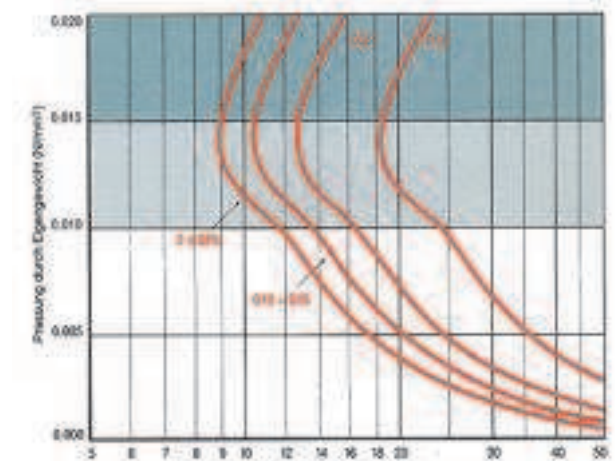
Lastspitzen:

Bis 0,5 N/mm² (seltene, kurzfristige Lasten).



Federkennlinien Sylomer G.

Einfederung (mm). Proben: 300 mm x 300 mm 3. Belastung zwischen ebenen Platten – Verformung: 1% der Dicke pro s.



Sylomer G®

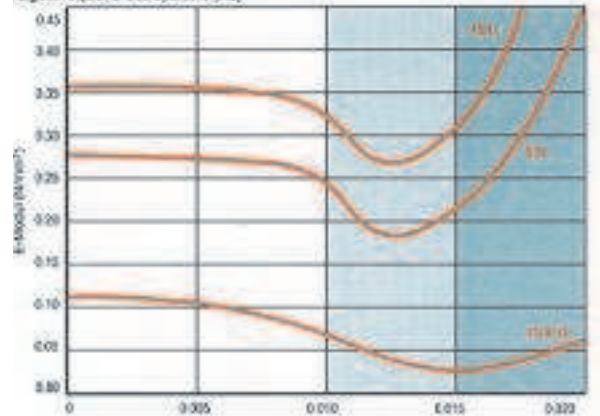
Werkstoff:
Zelliges Polyätherurethan
(PUR), gemischtzellig.
Kennfarbe: Gelb

Physikalische Eigenschaften

Größe	Wert	Einheit	Prüfverfahren
Dichte	1,60	kg/m ³	DIN 53420
Statischer Elastizitätsmodul	0,03 – 0,11	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Statischer Schubmodul	0,03	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Dynamischer Elastizitätsmodul	0,18 – 0,36	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Dynamischer Schubmodul	0,09	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Mechanischer Verlustfaktor	0,23	—	DIN 53513
Druckverformungsrest	3,6	%	DIN 53572
Reißfestigkeit	0,4	N/mm ²	DIN 53455-6-4
Reißdehnung	300	%	DIN 53455-6-4
Wetterweißfestigkeit	1,5	N/mm ²	DIN 53515
Spezifischer Durchgangswiderstand	10 ¹⁵	Ω · cm	DIN 53482
Wärmeleitfähigkeit	0,05	W/(m · K)	DIN 52612/1
Brandverhalten	B 2	—	DIN 4102

Eigenfrequenz¹

Eigenfrequenz des Systems (Hz)



Elastizitätsmodul Sylomer G. Pressung (N/mm²)

Pressung (N/mm²). Statischer E-Modul: Tangenten-Modul aus der Federkennlinie. Dynamischer E-Modul: Proben 300 mm x 300 mm x 25 mm.



Sylomer®-Produkte

Kennfarbe:
Blau



Sylomer R®

Werkstoff:
Zelliges Polyätherurethan
(PUR), gemischtzellig.
Kennfarbe: Blau

Standard-Lieferformen ab Lager:

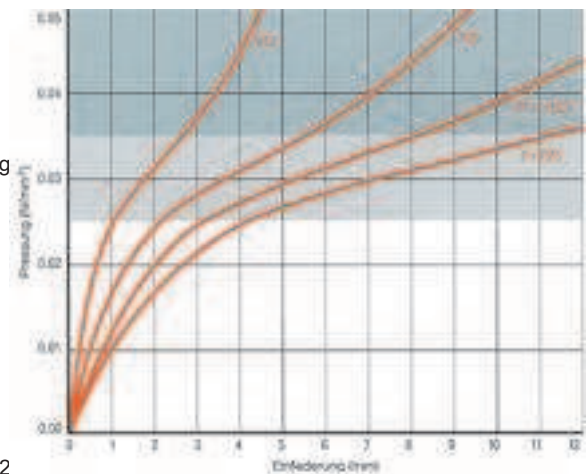
-Dicke:
12 mm bei Sylomer R 12
25 mm bei Sylomer R 25
-Rollen: 1,5 m breit, 5,0 m lang
-Streifen: bis 1,5 m breit, 5,0 m lang

Andere Abmessungen und Stärken
sowie Stanzteile und Formteile
auf Anfrage.

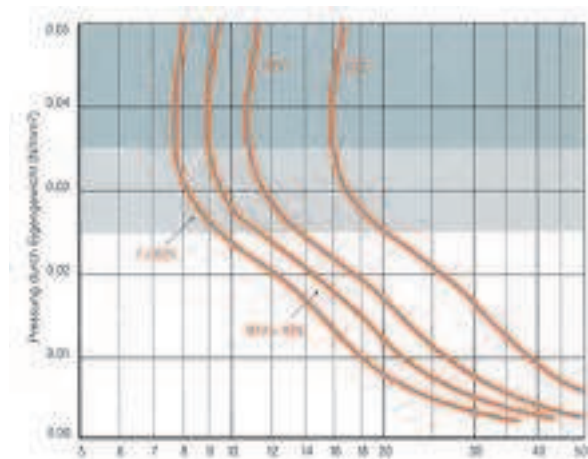
Empfehlungen für die elastische
Lagerung:
Arbeitsbereich: 0 bis 0,035 N/mm²
(ständige und variable Lasten)

Statische Dauerlast:
0 bis 0,025 N/mm²

Lastspitzen:
Bis 1 N/mm²
(seltene, kurzfristige Lasten).



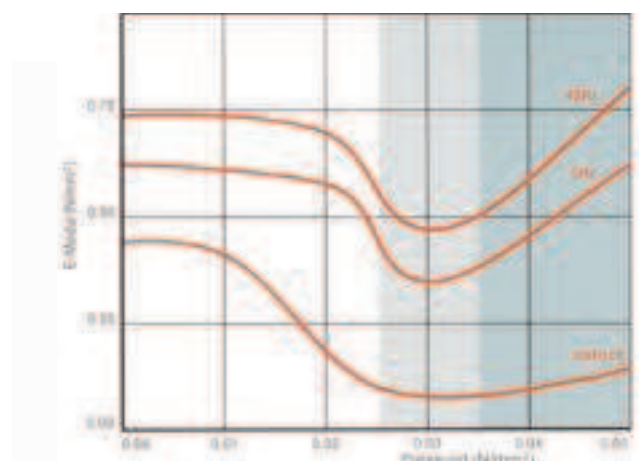
Federkennlinien Sylomer R.
Einfederung (mm). Proben: 300 mm x 3003. Belastung zwischen
ebenen Platten – Verformung: 1% der Dicke pro s,
Raumtemperatur



Eigenfrequenz des Systems (Hz)

Physikalische Eigenschaften

Größe	Wert	Einheit	Prüfverfahren
Dichte	220	kg/m ³	DIN 53420
Statischer Elastizitätsmodul	0,075 – 0,45	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Statischer Schubmodul	0,1	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Dynamischer Elastizitätsmodul	0,35 – 0,75	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Dynamischer Schubmodul	0,15	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Mechanischer Verlustfaktor	0,23	—	DIN 53513
Druckverformungsrest	3,2	%	DIN 53572
Reißfestigkeit	0,5	N/mm ²	DIN 53455-6-4
Reißdehnung	300	%	DIN 53455-6-4
Weißer Reißfestigkeit	2,0	N/mm ²	DIN 53515
Spezifischer Durchgangswiderstand	10 ¹³	Ω · cm	DIN 53482
Wärmeleitfähigkeit	0,06	W/(m · K)	DIN 52612/1
Brandverhalten	B2	—	DIN 4102



Elastizitätsmodul Sylomer R. Pressung (N/mm²)
Pressung (N/mm²). Statischer E-Modul: Tangenten-Modul aus der
Federkennlinie. Dynamischer E-Modul: Proben 300 mm x 300 mm x
25 mm.



Sylomer®-Produkte

Kennfarbe:
Grün



Standard-Lieferformen ab Lager:

- Dicke:
12 mm bei Sylomer L 12
25 mm bei Sylomer L 25
- Rollen:
1,5 m breit, 5,0 m lang
- Streifen:
bis 1,5 m breit, 5,0 m lang

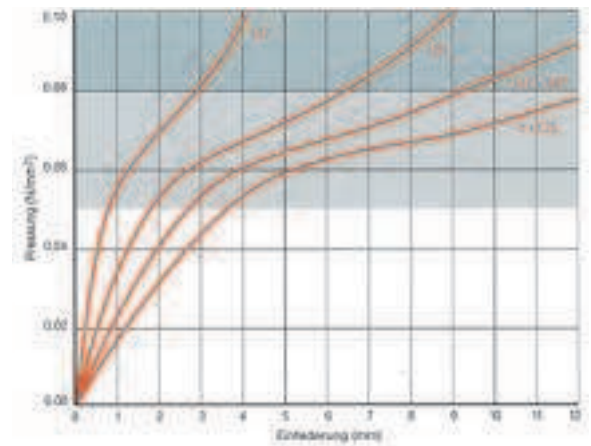
Andere Abmessungen und Stärken
sowie Stanzteile und Formteile
auf Anfrage.

Empfehlungen für die elastische
Lagerung:

Arbeitsbereich: 0 bis 0,08 N/mm²
(ständige und variable Lasten)

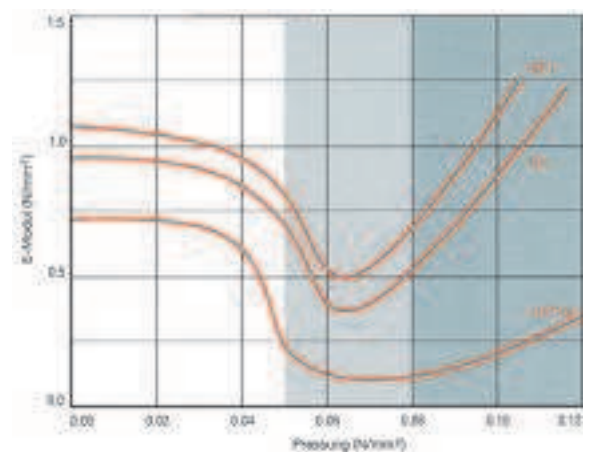
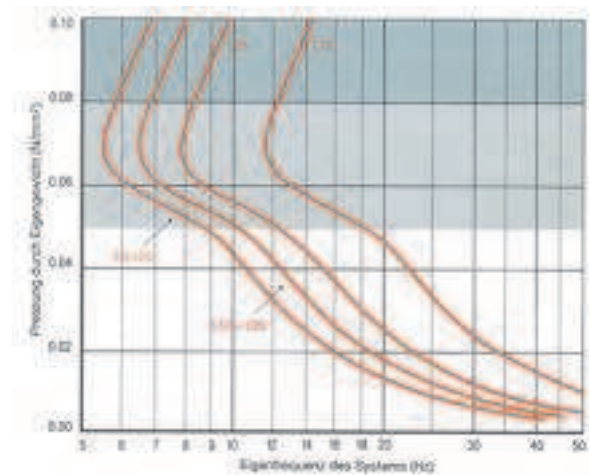
Statische Dauerlast:
0 bis 0,05 N/mm²

Lastspitzen:
Bis 2 N/mm²
(seltene, kurzfristige Lasten).



Federkennlinien Sylomer L.

Einfederung (mm). Proben: 300 mm x 3003. Belastung zwischen
ebenen Platten – Verformung: 1% der Dicke pro s, Raumtemperatur



Elastizitätsmodul Sylomer L. Pressung (N/mm²)

Pressung (N/mm²). Statischer E-Modul: Tangenten-Modul aus der
Federkennlinie. Dynamischer E-Modul: Proben 300 mm x 300 mm x
25 mm.

Sylomer L®

Werkstoff:
Zelliges Polyätherurethan
(PUR), gemischtzellig.
Kennfarbe: Grün

Physikalische Eigenschaften

Größe	Wert	Einheit	Prüfverfahren
Dichte	300	kg/m ³	DIN 53420
Statischer Elastizitätsmodul	0,1 – 0,7	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Statischer Schubmodul	0,15	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Dynamischer Elastizitätsmodul	0,35 – 1,1	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Dynamischer Schubmodul	0,25	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Mechanischer Verlustfaktor	0,2	—	DIN 53513
Druckverformungsrest	2,6	%	DIN 53572
Reißfestigkeit	1,0	N/mm ²	DIN 53455-6-4
Reißdehnung	300	%	DIN 53455-6-4
Weißer Reißfestigkeit	2,5	N/mm ²	DIN 53515
Spezifischer Durchgangswiderstand	10 ¹⁵	Ω · cm	DIN 53482
Wärmeleitfähigkeit	0,07	W/(m · K)	DIN 52612/1
Brandverhalten	B 2	—	DIN 4102



Sylomer®-Produkte

Kennfarbe:
Braun



Standart-Lieferformen ab Lager:

- Dicke:
12 mm bei Sylomer M 12
25 mm bei Sylomer M 25
- Rollen:
1,5 m breit, 5,0 m lang
- Streifen:
bis 1,5 m breit, 5,0 m lang

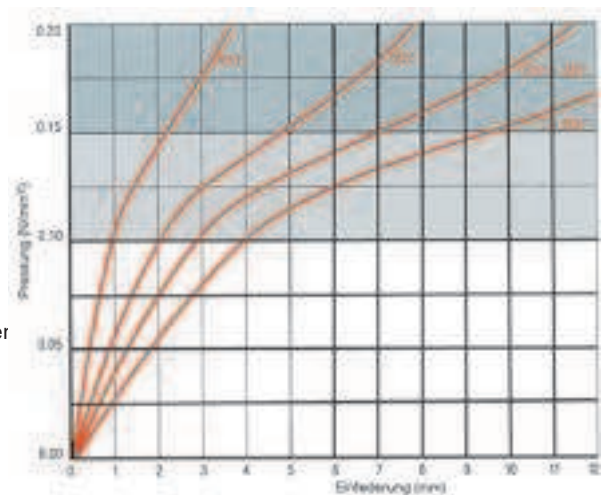
Andere Abmessungen und Stärker
sowie Stanzteile und Formteile
auf Anfrage.

Empfehlungen für die elastische
Lagerung:

Arbeitsbereich: 0 bis 0,15 N/mm²
(ständige und variable Lasten)

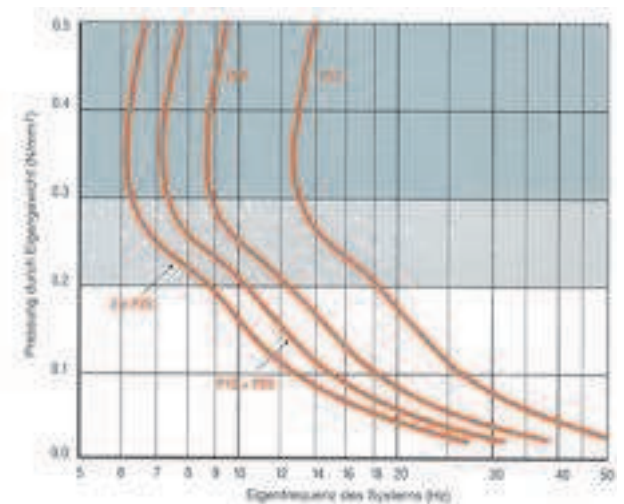
Statische Dauerlast:
bis 0,10 N/mm²

Lastspitzen:
Bis 3 N/mm²
(seltene, kurzfristige Lasten).



Federkennlinien Sylomer M.

Einfederung (mm). Proben: 300 mm x 300 mm 3. Belastung zwischen
ebenen Platten – Verformung: 1% der Dicke pro s, Raumtemperatur

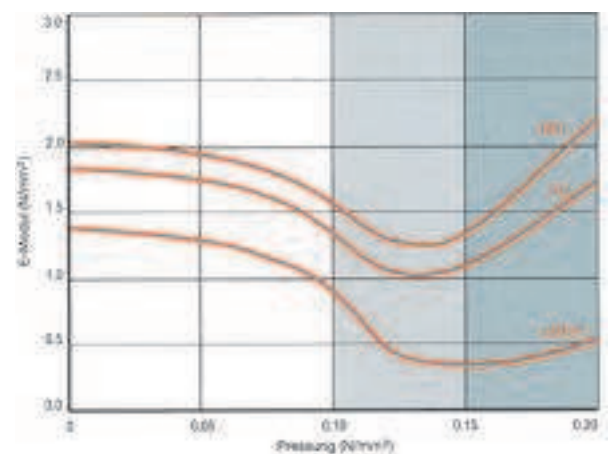


Sylomer M®

Werkstoff:
Zelliges Polyätherurethan
(PUR), gemischtzellig.
Kennfarbe: Braun

Physikalische Eigenschaften

Größe	Wert	Einheit	Prüfverfahren
Dichte	400	kg/m ³	DIN 53420
Statischer Elastizitätsmodul	0,35 – 1,45	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Statischer Schubmodul	0,3	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Dynamischer Elastizitätsmodul	1,0 – 2,0	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Dynamischer Schubmodul	0,45	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Mechanischer Verlustfaktor	0,18	—	DIN 53513
Druckverformungsrest	2,3	%	DIN 53572
Reißfestigkeit	1,3	N/mm ²	DIN 53455-6-4
Reißdehnung	300	%	DIN 53455-6-4
Weiterreißfestigkeit	3,0	N/mm ²	DIN 53515
Spezifischer Durchgangswiderstand	8 – 10 ¹⁴	Ω · cm	DIN 53482
Wärmeleitfähigkeit	0,07	W/(m · K)	DIN 52612/1
Brandverhalten	B2	—	DIN 4102



Elastizitätsmodul Sylomer M. $\text{Druck (N/mm}^2\text{)}$

$\text{Druck (N/mm}^2\text{)}$. Statischer E-Modul: Tangenten-Modul aus der
Federkennlinie. Dynamischer E-Modul: Proben 300 mm x 300 mm x
25 mm.



Sylomer®-Produkte

Kennfarbe:
Rot



Standard-Lieferformen ab Lager:

- Dicke:
12 mm bei Sylomer P 12
25 mm bei Sylomer P 25
- Rollen:
1,5 m breit, 5,0 m lang
- Streifen:
bis 1,5 m breit, 5,0 m lang

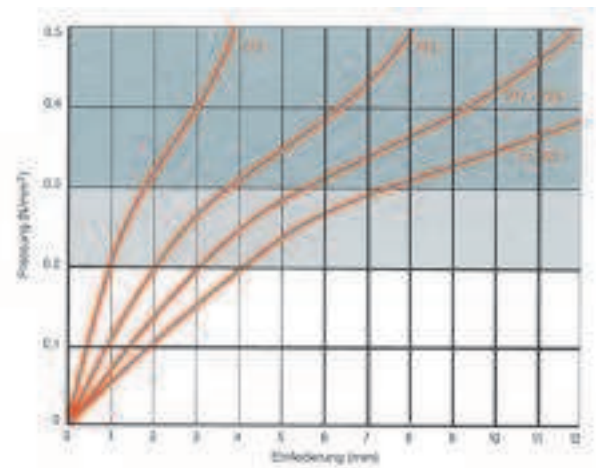
Andere Abmessungen und Stärken
sowie Stanzteile und Formteile
auf Anfrage.

Empfehlungen für die elastische
Lagerung:

Arbeitsbereich: 0 bis 0,3 N/mm²
(ständige und variable Lasten)

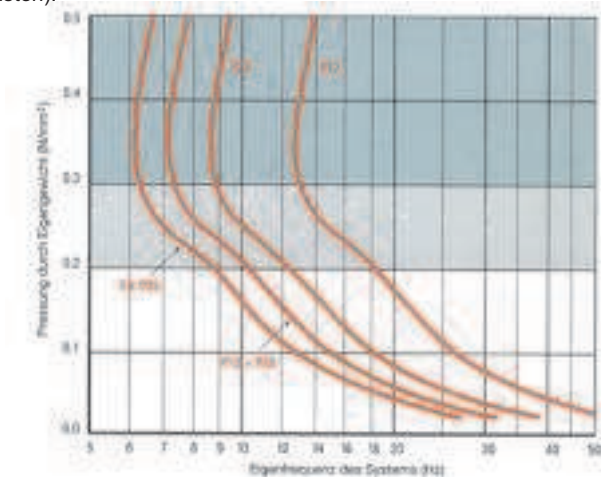
Statische Dauerlast:
bis 0,2 N/mm²

Lastspitzen:
Bis 4 N/mm² (seltene, kurzfristige Lasten).

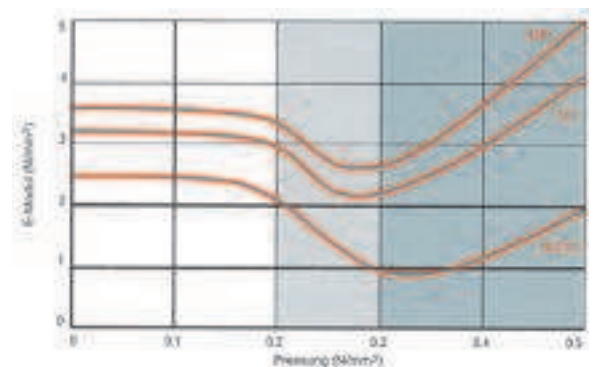


Federkennlinien Sylomer P.

Einfederung (mm). Proben: 300 mm x 300 mm 3. Belastung zwischen
ebenen Platten – Verformung: 1% der Dicke pro s, Raumtemperatur



Eigenfrequenz des Systems (Hz)



Elastizitätsmodul Sylomer P. Pressung (N/mm²)

Pressung (N/mm²). Statischer E-Modul: Tangenten-Modul aus der
Federkennlinie. Dynamischer E-Modul: Proben 300 mm x 300 mm x
25 mm.

Sylomer P®

Werkstoff:
Zelliges Polyätherurethan
(PUR), gemischtzellig.
Kennfarbe: Rot

Physikalische Eigenschaften

Größe	Wert	Einheit	Prüfverfahren
Dichte	500	kg/m ³	DIN 53420
Statischer Elastizitätsmodul	0,9 – 2,5	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Statischer Schubmodul	0,6	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Dynamischer Elastizitätsmodul	2,2 – 3,6	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Dynamischer Schubmodul	0,9	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Mechanischer Verlustfaktor	0,16	—	DIN 53513
Druckverformungsrest	4,2	%	DIN 53572
Reißfestigkeit	2,0	N/mm ²	DIN 53455-6-4
Reißdehnung	300	%	DIN 53455-6-4
Weißer Reißfestigkeit	5,0	N/mm ²	DIN 53515
Spezifischer Durchgangswiderstand	4 – 10 ¹⁴	Ω · cm	DIN 53482
Wärmeleitfähigkeit	0,08	W/(m · K)	DIN 52612/1
Brandverhalten	B 2	—	DIN 4102



Sylomer®-Produkte

Kennfarbe:
Grau



Standard-Lieferformen ab Lager:

- Dicke:
12 mm bei Sylomer V 12
25 mm bei Sylomer V 25
- Rollen:
1,5 m breit, 5,0 m lang
- Streifen:
bis 1,5 m breit, 5,0 m lang

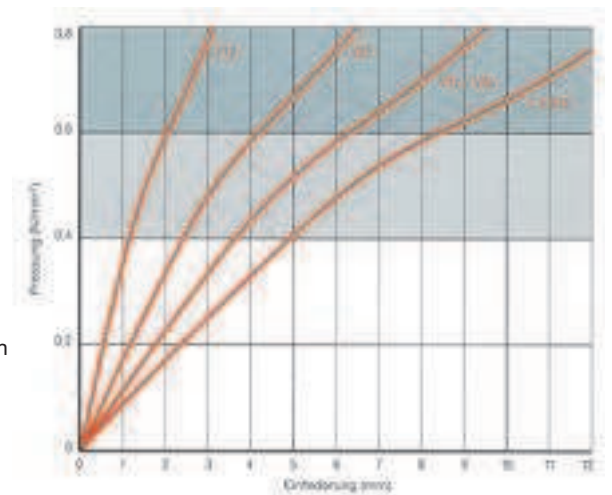
Andere Abmessungen und Stärken
sowie Stanzteile und Formteile
auf Anfrage.

Empfehlungen für die elastische
Lagerung:

Arbeitsbereich: 0 bis 0,6 N/mm²
(ständige und variable Lasten)

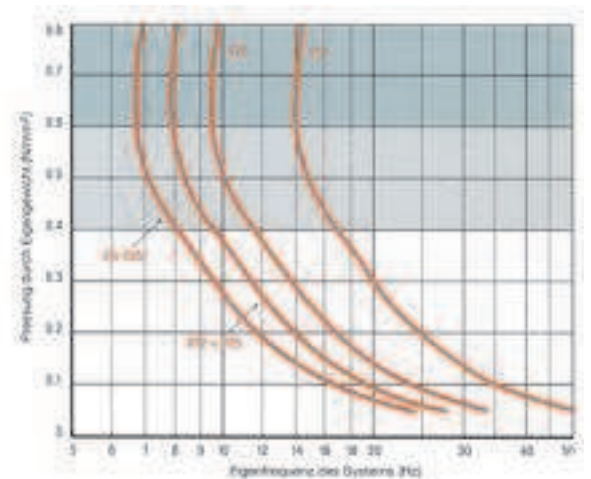
Statische Dauerlast:
bis 0,4 N/mm²

Lastspitzen:
Bis 5 N/mm²
(seltene, kurzfristige Lasten).



Federkennlinien Sylomer V.

Einfederung (mm). Proben: 300 mm x 300 mm 3. Belastung
zwischen ebenen Platten – Verformung: 1% der Dicke pro s,
Raumtemperatur

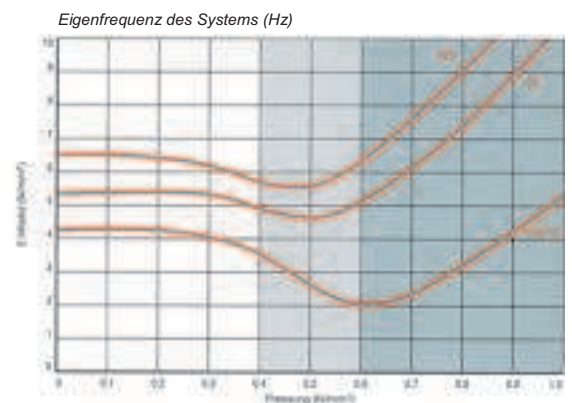


Sylomer V®

Werkstoff:
Zelliges Polyätherurethan
(PUR), gemischtzellig.
Kennfarbe: Grau

Physikalische Eigenschaften

Größe	Wert	Einheit	Prüfverfahren
Dichte	650	kg/m ³	DIN 53420
Statischer Elastizitätsmodul	2,0 – 4,2	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Statischer Schubmodul	1,0	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Dynamischer Elastizitätsmodul	4,5 – 6,5	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Dynamischer Schubmodul	1,5	N/mm ²	Anlehnung an DIN 53513
Mechanischer Verlustfaktor	0,12	—	DIN 53513
Druckverformungsrest	5,3	%	DIN 53572
Reißfestigkeit	3,0	N/mm ²	DIN 53455-6-4
Reißdehnung	300	%	DIN 53455-6-4
Weiterreißfestigkeit	7,0	N/mm ²	DIN 53515
Spezifischer Durchgangswiderstand	2 – 10 ¹⁴	Ω · cm	DIN 53482
Wärmeleitfähigkeit	0,10	W/(m · K)	DIN 52612/1
Brandverhalten	B2	—	DIN 4102



Elastizitätsmodul Sylomer V. $\text{Druck (N/mm}^2\text{)}$

$\text{Druck (N/mm}^2\text{)}$. Statischer E-Modul: Tangenten-Modul aus der
Federkennlinie. Dynamischer E-Modul: Proben 300 mm x 300 mm x
25 mm.



Anwendungs- beispiele



Formteile und Zuschnitte (gestanzt oder wasserstrahlgeschnitten)

Bauteile für die Industrie

Sylomer lässt sich stanzen, fräsen, schneiden, bohren, schleifen, kleben und schweißen. Daher kann jedes Bauteil individuell angefertigt werden: als Platte, Streifen, Profil, Formteil; darüber hinaus gibt es Kombinationen mit anderen Kunststoffen oder mit Metallen.

Fertige Bauteile aus Sylomer

- elastische Unterlagsplatten
- elastische Montageelemente
- dämpfende, hochverformbare Dichtungen
- elastisch verformbare Anpressplatten
- Transportwalzen
- Puffer und Anschläge

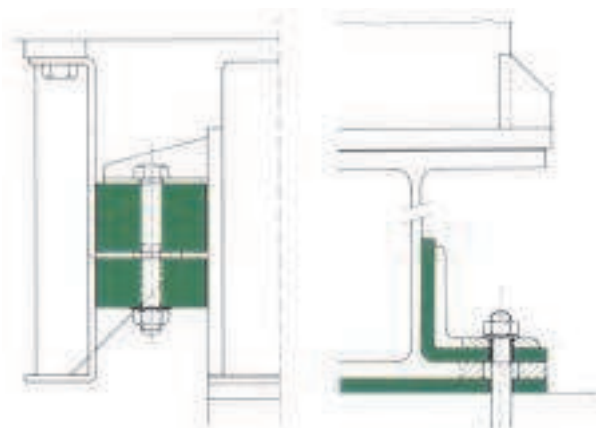
Halbzeuge aus zelligem und kompaktem Sylomer

- Dichtungen
- Abstreifer
- Rollen, Führungen, Mitnehmer
- Anschläge

Verschleißfeste Beläge

(Kombinationen von kompakten und zelligen Sylomer Schichten.

- für Einfülltrichter, Umlenkplatten von Förderanlagen und Transportvorrichtungen
- für Behälter- und Schurrenaukleidungen
- für verschleißfeste Entdröhnbeläge
- für elastische Transportbandauflagen
- für Förderbandabstreifer und Rührwerke
- für Schürfleisten



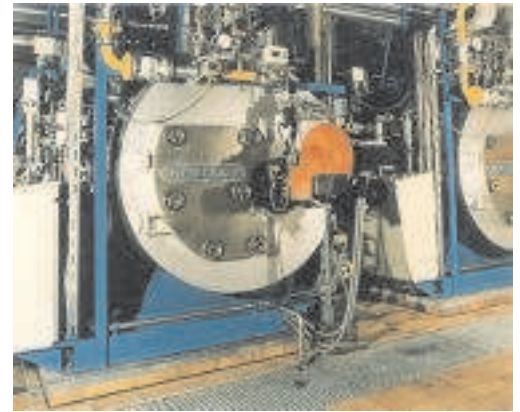
Elastisch federnde Verbindungselemente auf Sylomer

Elastische Lagerung von Maschinen und Fundamenten

Schwingungen lassen sich aktiv oder passiv am wirksamsten isolieren, wenn der Schwingungserzeuger selbst oder sein Fundament vollflächig elastisch gelagert ist. Die vollflächige Lagerung hat gegenüber der Lagerung auf Einzelelementen wesentliche, praktische Vorteile:

- Der Untergrund wird weniger belastet, da die Last großflächig eingeleitet wird.
- Die dynamische Anregung des Untergrundes ist geringer, weil die Restkräfte großflächig übertragen werden.
- Durch die vollflächige Lagerung werden Strukturschwingungen der Fundamentplatte weitgehend vermieden. Die Folge ist: Die Maschine steht ruhiger, der Untergrund wird weniger angeregt.
- Die Gefahr von Baufehlern bei der Herstellung des Fundaments ist gering. Wo es keine Hohlräume gibt, können sie auch nicht versehentlich gefüllt werden und damit Schallbrücken bilden.
- Die Fugen können während des Betriebs nicht verschmutzen und dadurch Schwingungen übertragen.

Fundamente werden in den unterschiedlichsten Größen gebaut; z. B. für kleine Stanzautomaten, schwere Pressen oder sogar für komplette Walzwerke. In erster Linie geht es darum, die eigenen Mitarbeiter oder die Nachbarn vor Lärm und Erschütterungen zu schützen. In vielen Fällen kommt es auf höchste Genauigkeit an: z. B. bei Schleifmaschinen oder bei Elektronen-Mikroskopen. Auch hier können die Geräte oder Maschinen durch elastisch gelagerte Fundamente vor Schwingungs- immissionen geschützt werden.



Vollflächig elastische Lagerung eines Heizkessels



Vollflächig mit Sylomer-Platten ausgekleidete Grube für ein Maschinenfundament



Vollflächige Fundamentlagerung eines Warmwalzwerks

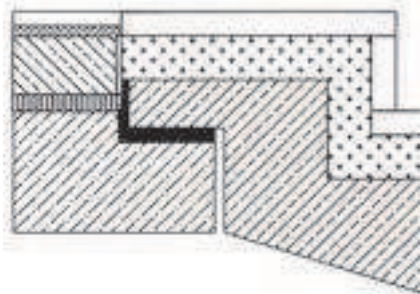
Elastische Lagerungen



Elastische Lagerung von Bauteilen und Gebäuden

Treppen

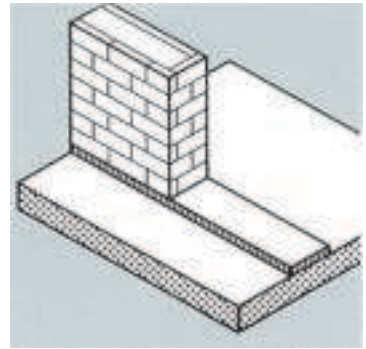
Sylomer-Matten verhindern die Übertragung von Trittschall in Wohn- und Arbeitsräumen. Treppenläufe und Podeste werden vollflächig auf Sylomer-Streifen elastisch gelagert und dadurch von der Gebäudekonstruktion getrennt. Ein wirksames Verfahren, wie eine Untersuchung des Fraunhofer Instituts für Bauphysik in Stuttgart beweist: Mit Sylomer erreicht man



je nach Einfederung ein Trittschallschutzmaß (TSM) bis zu +35 dB(A). Gegenüber Einzellagern haben Sylomer-Streifen den Vorteil, dass der Spalt zwischen Auflager und Treppe immer vollständig mit elastischem Material gefüllt ist. Es kann also kein Schmutz eindringen, durch den Schallbrücken entstehen können.

Trennwandlagerung

Da nichttragende Trennwände besonders schwingungsfreudig sind, werden sie durch Deckenschwingungen leicht angeregt. Sie wirken auf diese Weise wie die Membrane eines Lautsprechers und strahlen sekundären Luftschall ab. Da die Trennwände meist in einem Abstand zu den tragenden Wänden stehen, ist die Anregung durch Deckenschwingungen besonders stark. Mit elastischen Sylomer-Streifen zwischen der Trennwand und dem Boden bzw. der Decke lässt sich hier Abhilfe schaffen.

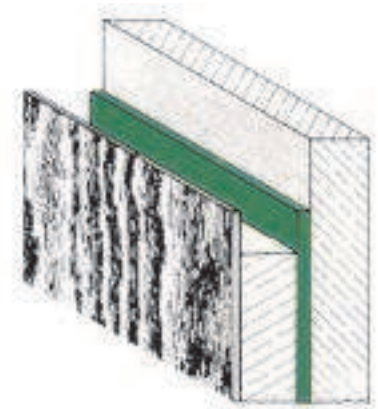


Gebäudeisolierung

Baugrund, besonders in Ballungsgebieten wird knapp. Immer häufiger werden neue Gebäude auf schwingungbelastetem Grund errichtet. Die Schwingungsanreger sind nahegelegene Bahn- und U-Bahn-Anlagen. Durch diese Anregungen können in den Gebäuden merkliche Erschütterungen auftreten evtl. werden Böden, Wände, Fenster oder Decken so angeregt, dass sie Luftschall abstrahlen.

In diesen Fällen bleibt dem Planer nur die Möglichkeit, durch geeignete elastische Lager, die Einleitung dieser störenden Schwingungen wirksam zu reduzieren.

Je nach Bauweise sind vollflächige, streifenförmige oder punktuelle Lagerungen aus Sylomer möglich.



Gebäudeisolierung

Erschütterungen von Straßen- oder Schienenverkehr, aber auch aus Produktionshallen können manchmal nicht an der Entstehungsquelle isoliert werden. In diesen Fällen muss das Bauwerk im Bereich der Fundamente passiv abgeschirmt werden. Am besten geschieht dies dadurch, dass die Fundamentflächen vollflächig mit Sylomer verkleidet werden.



Elastische Lagerungen

Produktbeschreibung

Schwenkbare Nivellier-Elemente mit elastischem Sylomer-Werkstoff zur schwingungsisolierenden Lagerung bzw. zur hochwertigen Körperschallentkopplung von Maschinen und Geräten.

Eigenschaften

- Hochwirksame Schwingungs- und Stoßisolation durch Sylomer
- Mögliche Eigenfrequenzen der elastischen Lagerung von ca. 10 bis 18 Hz
- Einfachste Montage durch integriertes Nivelliersystem

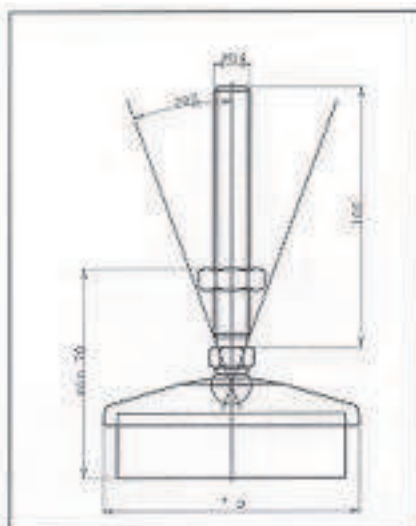
Ausführung

- Schwenkbarer Kunststoffteller (PA), glasfaserverstärkt, o. Anschraubbohrung, schwarz (weitere Farben auf Anfrage)
- Verzinkte Gewindestange M16, 100 mm Länge, Schwenkbereich $\pm 20^\circ$ (Edelstahl auf Anfrage)
- Hochwirksamer elastischer Sylomer-Werkstoff

Anwendungen

Klimageräte, Ventilatoren, Dosiergeräte, Messeinrichtungen, etc.

Elastische Nivellier-elemente

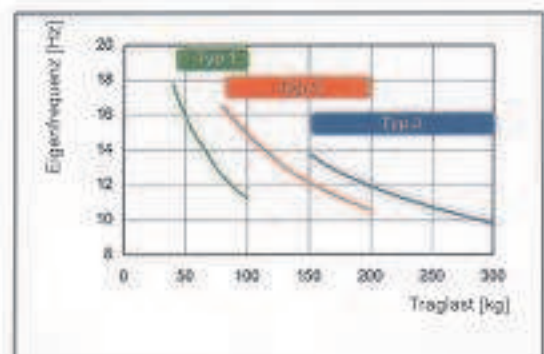
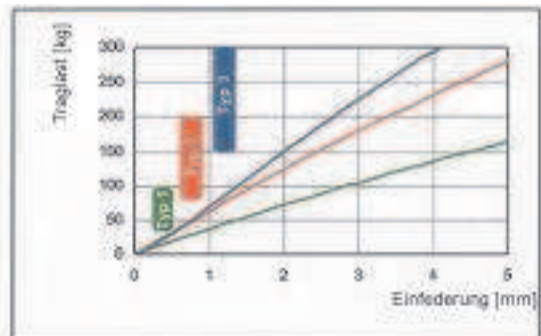


Typenreihe ENI

Typ	Lastbereich [kg]	D [mm]
Typ 1	40 - 100	80
Typ 2	80 - 200	100
Typ 3	150 - 300	120

Änderungen vorbehalten.

Traglast/Einfederung



Kleberempfehlung

Sylomer-Werkstoffe:

Sylomer® G, R, L, M

Kein Vorstrich erforderlich.

Kleber:

Ultraflex WS 737/25 + 15% Härter 11 oder **Ibola R 125** + 28% Härter 7A oder 28% Härter 7S.

Verarbeitung: Ultraflex WS 737/25 + 15% Härter II ist ein reaktiver Kontaktkleber. Beidseitig mit Pinsel einstreichen, ca. 20 Minuten ablüften lassen, dann Teile zusammendrücken (wenn möglich mit einer Presse). Teile lassen sich nach dem Zusammenfügen nicht mehr verschieben. Die Endfestigkeit des Klebers ist nach 24 Stunden erreicht.

Kleber- empfehlung für Sylomer- Produkte

Sylomer® P, V, alle höheren RG, alle SB Typen und alle EB Typen

Vorstrich:

PU/D + 3% Härter F oder Härter 1

Kleber:

Ibola R 125 + 28% Härter 7A oder 28% Härter 7S oder **Icema RM 805** + 90% Härter 88/12

Verarbeitung: **Ibola R 125** + 28% Härter einseitig mit Zahnpachtel auftragen, Teile gleich zusammenfügen.

Teile lassen sich auch nach dem Zusammenfügen gegeneinander verschieben.

Verarbeitungsfähigkeit des Klebers ca. 20 Minuten. Der Kleber braucht bis zur endgültigen Aushärtung ca. 24 Stunden. Um den Kleber schneller auszuhärten, kann er mit Beschleuniger "L" katalysiert werden. Bei Zugabe von 0,5% ist der Kleber in ca. 4 Stunden ausgehärtet. Die offene Zeit des Klebers verkürzt sich bei beschleunigtem Kleber auf 10 Minuten.

Einfärben: Das Einfärben von **Ibola R 125** kann mit allen Farbbatchen, die in der Firma sind, erfolgen.

Basiswerkstoff

Stahl/Edelstahl

Vorstrich Stahl: L 440 VS + 5% Härter I

Vorstrich Edelstahl: L 744 VS + 5% Härter I

Kleber: **Ibola R 125** + 28% Härter 7A oder 28% Härter 7S oder **Icema RM 805** + 90% Härter 88/12 Verarbeitung: **Icema RM 805** + 9 % Härter 88/12 ist 1 Minute verarbeitbar. Der Klebefilm ist sehr spröde. **Icema RM 805** wird als Kleber für Unterschottermatten eingesetzt. Wenn möglich sollte er nicht für sehr weiche Matten eingesetzt werden (z. B. Sylomer® G, R). Dieses Klebersystem wird bei uns auf der Hochdruckklebeanlage (Isotherm) eingesetzt. Das Einfärben des Klebers kann mit allen Farbbatchen erfolgen.

Polyamid

Vorstrich: Ameisensäure

Kleber: PA nur mit **Selbstklebeband** verklebt (nur für Montagezwecke).

Verarbeitung: Bei Verklebungen von Sylomer® mit Selbstklebeband sollte das Sylomer® mit PU/D eingestrichen werden. (Wenn möglich, bei 60° C in die Presse.)

Polyäthylen (Folienplatten)

Kleber: selbstklebend **Makroplast UK 8202** Makroplast UK 8202 ist ein 2-Komponenten-Reaktivkleber auf Polyurethanbasis. Seine offene Zeit beträgt ca. 60 Minuten. Die Anfangsfestigkeit erreicht er nach 6 - 8 Stunden. Seine Endfestigkeit erreicht er nach 5 - 8 Tagen (je nach Temperatur). Makroplast UK 8202 wird mit 25% Härter UK 5400 angemischt.

Icema R 147 P

Icema R 147 P ist ein 2 Komponenten-Reaktivkleber auf Polyurethanbasis. Dieser Kleber wird besonders für Verklebungen von Sylomer® auf verzinktem Stahlblech verwendet (ohne Vorstrich). Als Härter für **Icema R 147 P** wird Härter 7L verwendet. Mischungsverhältnis 100:30.

Klebertypen

Um Ihnen die Auswahl der neben den in dieser Liste aufgeführten Produkten zu erleichtern gibt es eine Vielzahl vergleichbarer Kleber auch anderer Hersteller, die für entsprechende Anwendungen geeignet sind. Die hier aufgeführten Produkte haben sich jedoch bei unseren Versuchen als besonders geeignet erwiesen.

Gummi-Metall-Verbindungen zur Schall-, Stoß- und Schwingungs-isolierung

Gummi-Metallpuffer bzw. -elemente gibt es in fast unzähligen Formen und Ausführungen. Die Härte des Elastomeres hängt dabei wesentlich von dem Einsatz ab. In der Regel können wir die Puffer-Ausführungen in verschiedenen Shore-Härten anbieten.

Gummi-Metall-Produkte eignen sich besonders für Objekte, die federnd gelagert werden müssen. Sie

- dämmen Erschütterungen und Körperschall
- isolieren Maschinenschwingungen
- reduzieren Beschleunigungen
- schützen vor Lärm.

Wirkungsvolle Körperschalltrennung ist eine effektive Komplettierung der schalldämmenden Maßnahmen. Über den Einsatz und die Ausführung der Gummi-Metall-Elemente beraten wir Sie gerne ausführlich.

Maschinen, deren Lagerung tieffrequent abgestimmt werden müssen oder die hohe dynamische Kräfte erregen, werden üblicherweise auf Zusatzmassen wie z.B. Maschinensockel oder Fundamente gesetzt.

Zur aktiven Schwingungsisolierung (Schutz der Umgebung) oder zur passiven Isolierung (Schutz der Maschine) kommen Sylomer und Sylodyn- Werkstoffe zum Einsatz.



Verschiedene Gummi-Metall-Verbindungen

Gummi-Metall- Verbundteile

Die „Innere Physik“

Interessant ist in diesem Zusammenhang ein Blick in die „innere Physik“ der Verbundbauteile. Denn ihre dämpfende Wirkung beruht auf der inneren Arbeit des Federwerkstoffs Gummi, die während des Schwingungsvorgangs geleistet wird. Dabei wird ein Anteil der Schwingungsenergie durch die Reibung der Moleküle in Wärme umgewandelt. Die Dämmung beginnt in dem Bereich, in dem die Eigenfrequenz des Ventilators um das 1,41-fache höher ist als die Eigenfrequenz des Puffers. „Anzustreben ist ein Frequenzverhältnis von ≥ 2 “.

Die richtige Auslegung der Gummi-Metall-Puffer spielt bei alledem eine wichtige Rolle. Da gilt es, den richtigen Werkstoff auszuwählen, die Druckverhältnisse zu berücksichtigen oder Fragen der Geometrie zu klären. Dabei gibt es eine Vielzahl verschiedener Geometrien und Verbindungsvarianten: Zylinder mit ein- oder beidseitigem Gewindestab in allen nur denkbaren Durchmessern. Haupteinsatzgebiet für diese Bauteile sind der Maschinen-, Anlagen- und Fahrzeugbau sowie die Kompressorenindustrie.



Um diese Schwingungen zu kompensieren, lässt der Konstrukteur in die Fundamentkonstruktion aus stählernen Doppel-T-Trägern reihenweise Gummi-Metall-Zylinder einbauen. Diese „Schwingpuffer“ verhindern durch Dämpfung und Dämmung, dass die vom Ventilator erzeugten Schwingungen sich fortsetzen können. Sie dienen sozusagen als Schwingungsbremse.

Gummi-Metall-Verbundteile

Gummi-Metall-Puffer sichern Gleichlauf von Ventilatoren.

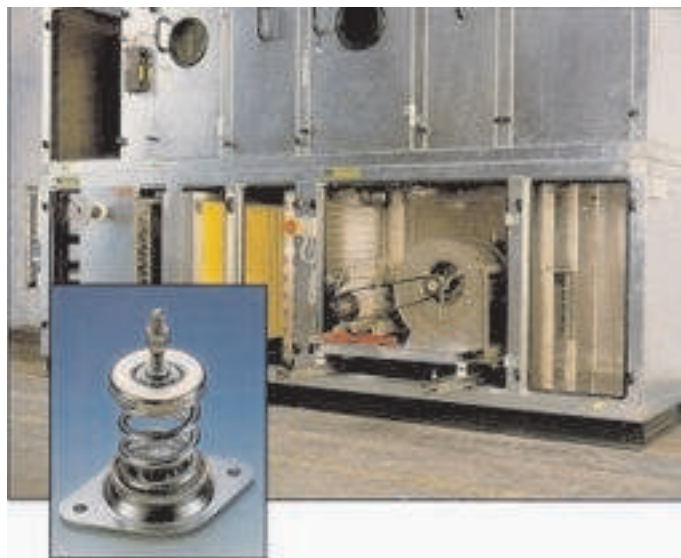
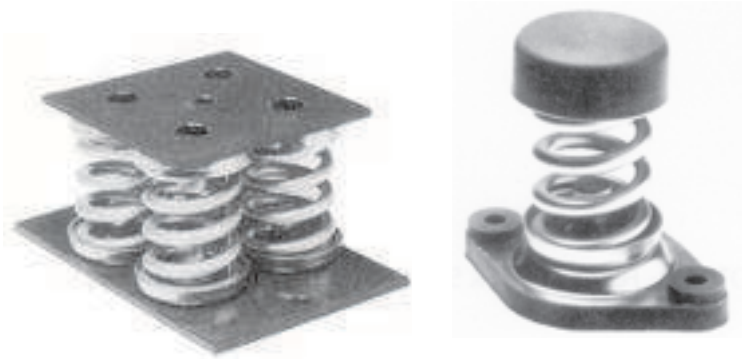
Wann immer im Maschinenbau störende Schwingungen zu dämpfen sind, leisten Gummi-Metall-Elemente wertvolle Dienste. So auch im Ventilatorenbau, wo die Verbundbauteile innerhalb der Trägerkonsolen eingesetzt werden. Dort dienen sie als Barriere, die ein Weiterleiten der Schwingungen unterbindet. Letztlich sichert das den ruhigen und gleichmäßigen Betrieb der Ventilatoren.

Die drehenden Teile eines Ventilators können unter bestimmten Voraussetzungen Schwingungen erzeugen. Spürbar werden diese durch die Weiterleitung von Schwingungskräften und Körperschall über die Konsolenkonstruktion an das Fundament der Anlage.



Durch einfache Schraubverbindungen und Metallplatten, die in das Fundament integriert sind, sichern die Verbundbauteile damit einen ruhigen Betrieb der Anlage. Eine positive Eigenschaft, die letztendlich in hohen Standzeiten bei geringem Wartungsaufwand mündet. Dabei führt der Einsatz der Gummi-Metall-Puffer weder konstruktiv noch finanziell zu großem Aufwand. Im Gegenteil, die kleinen Teile sind ein unschlagbar kostengünstiges Instrument der Schwingungsdämpfung.

Stahlfeder- elemente



Stahlfederelemente

werden im Bereich von ca. 3 – 10 Hz
Eigenfrequenz eingesetzt.

Haupteinsatzgebiete sind:

Erschütterungsisolierung
von Maschinen aller Art.

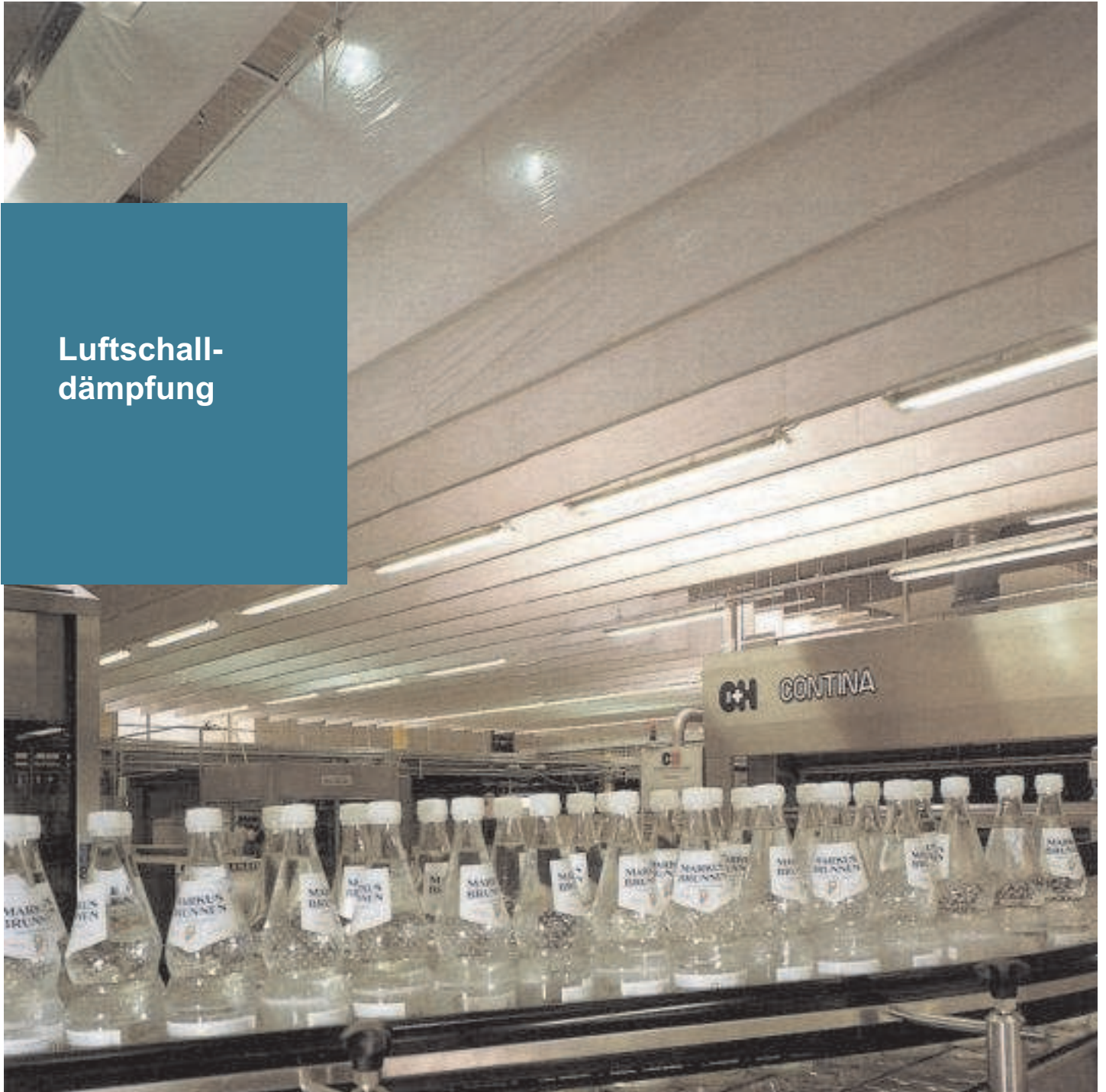
Aktivisolierung von:

- Ventilatoren,
- Klimageräten,
- Kompressoren,
- Notstromaggregaten,
- Kolbenpumpen usw.

Passivisolierung von:

- Präzisionswerkzeugmaschinen,
- Prüfständen
- etc.

Luftschalldämpfung



Theoretische Einführung

Lärminderung durch raumakustische Maßnahmen

Seit Ende 1990 gibt ein Regelwerk erstmals Anhaltspunkte über die Schallausbreitung in Arbeitsräumen. In § 5 der Unfallverhütungsvorschrift (VBG 121, jetzt BGV B3) wird das Thema Arbeitsräume wie folgt behandelt:

§ 5. Der Unternehmer hat Arbeitsräume so zu gestalten, dass die Schallausbreitung nach fortschrittlichen, in der Praxis bewährten Regeln der Lärminderungstechnik vermindert wird, wenn eine Lärmgefährdung der Versicherten besteht oder zu erwarten ist.

Ob eine Lärmgefährdung zu erwarten ist, hängt z. B. ab von

- der Höhe des Schallleistungspegels der einzelnen Lärmquellen, deren Anzahl und Verteilung im Raum, deren Einsatzbedingungen, Einsatzzeit, Betriebszuständen

- den akustischen Eigenschaften des Raumes (Schallabsorptionsvermögen der Raumbegrenzungsflächen) und der Streukörperwirkung von Einbauten und Einrichtungen.

Um Arbeitsräume gemäß § 5 messtechnisch einheitlich beurteilen zu können wurde die VDI-Richtlinie 3760 Berechnung und Messung der Schallausbreitung in Arbeitsräumen verabschiedet. Die Berechnungen nach dieser VDI Richtlinie beschreibt in guter Näherung die tatsächlich gemessenen raumakustischen Verhältnisse.

Das Lärmschutzarbeitsblatt LSA 03-234 "Geräuschminderung in Fertigungshallen - Schallausbreitungsminderung reflexionsbedingte Schallpegelerhöhung - Messverfahren", herausgegeben vom Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften beschreibt Messanordnungen die in guter Näherung die Vorausberechnungen der VDI Richtlinie bestätigen.

Für die Beurteilung von Arbeitsräumen sind neue Kriterien und Methoden eingeführt worden (DIN EN ISO 11690-1,-2, VDI 3760). Bisher wurde die Nachhallzeit als wesentliches Beurteilungskriterium für Räume benutzt. Das Schallfeld in einem Raum lässt sich aber nur dann durch die Nachhallzeit ausreichend beschreiben, wenn ein diffuses Schallfeld vorliegt. Davon kann aber gerade bei Arbeitsräumen, die flache und/oder lange Industriehallen und Büroräume einschließen, nicht ausgegangen werden. Insbesondere ist man beim Schallschutz in Arbeitsräumen vorwiegend daran interessiert zu erfahren, welcher Schallpegel an einem Immissionspunkt im Raum, hervorgerufen durch eine Schallquelle, entsteht. Hierfür wurde die Methode, eine mittlere Schallausbreitungskurve für einen Arbeitsraum zu bestimmen, entwickelt und international (DIN EN ISO 11690-1, ISO TR 11690-3) wie auch national (VDI 3760) eingeführt (UVV Lärm § 5).

Aus der ermittelten Schallausbreitungskurve lassen sich Kennwerte ableiten, die eine schalltechnische Beurteilung des betreffenden Arbeitsraumes ermöglichen. Diese Kennwerte sind

- die Pegelabnahme pro Abstandsverdoppelung (DL2);

- die Pegelüberhöhung (DLf), d.h. die mittlere Differenz zwischen der Schallausbreitungskurve in einem Raum und der im freien Schallfeld.

Luftschalldämpfung

Absorption

Diese Forderung ist erfüllt, wenn zum Beispiel:

- Lärmquellen von den übrigen Arbeitsplätzen akustisch so getrennt werden, dass dort Lärmbereiche nicht verursacht werden

- durch Maßnahmen zur Senkung des Reflexionsschalls in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen 500 Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz und 4.000 Hz

- eine mittlere Schallpegelabnahme je Abstandsverdoppelung um mindestens 4 dB oder ein mittlerer Schallabsorptionsgrad von mindestens 0,3 erreicht wird.

Grundbegriffe der Raumakustik

Schallwellenlänge = Wellenlänge in m

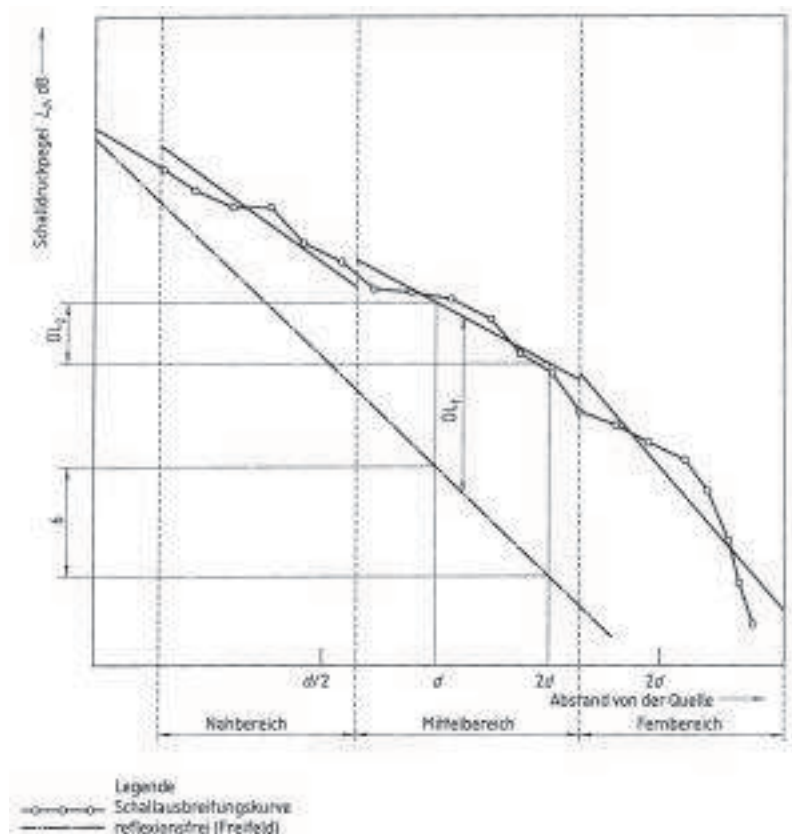
$$\lambda = \frac{c}{f}$$

c = Schallgeschwindigkeit

Schallausbreitungsgeschwindigkeit z.B. in Luft 334 m/s f = Frequenz Schwingung pro Sekunde

Beispiel: Wie lang ist eine Welle mit einer Frequenz von 1000 Hz?

$$\lambda = \frac{334}{1000} = 0,334 \text{ m}$$



Luftschall- dämpfung Absorption

Die Sabine'sche Nachhallzeitformel lautet

$$T = \frac{0,163 \cdot V}{A}$$

T = Nachhallzeit in Sekunden
V = Raumvolumen in m³
A = äquivalente Absorptionsfläche in m²
A = F x α
F = Alle Raumbegrenzungsflächen in m²
α = Schallabsorptionsgrad der Raumbegrenzungsflächen

Schallabsorptionsgrad

Unter Schallabsorptionsgrad versteht man das Verhältnis vom nicht reflektierten Schall zum auftretenden Schall.

Hallradius r_H

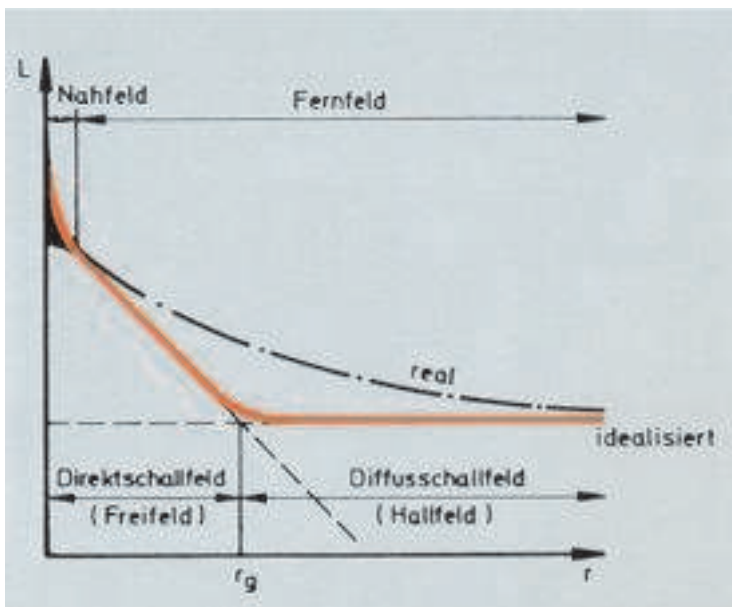
Ein weiteres Entscheidungsmerkmal für die Beurteilung einer raumakustischen Maßnahme ist der Hallradius. Unter Hallradius versteht man eine Fläche um eine Lärmquelle. Innerhalb dieser Fläche überwiegt das direkte Schallfeld der Maschine. Raumeinflussgrößen wie Nachhall haben in diesem Bereich keine überwiegende Bedeutung. Durch Einbringen von Absorptionsmaterial in den betrachteten Raum verringert sich der Nachhalleffekt. Somit vergrößert sich der Hallradius um die Lärmquelle. D.h., der Bereich, der durch das direkte Schallfeld der Maschine beeinflusst wird, vergrößert sich. Erst außerhalb dieses neuen Hallradius wird die raumakustische Maßnahme voll wirksam.

Der Hallradius wird nach der Formel

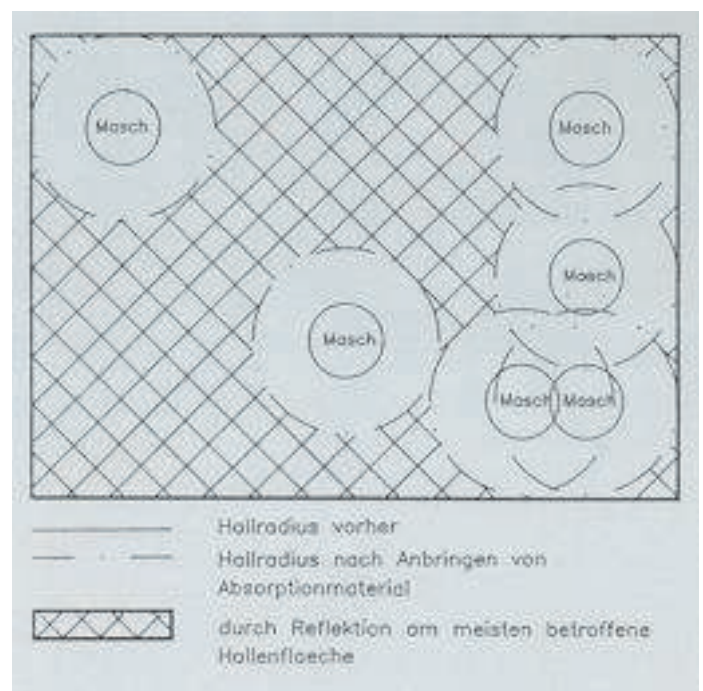
$$r_H = 0,056 \sqrt{\frac{V}{T}}$$

T = Nachhallzeit in s

Befindet sich ein Arbeitsplatz innerhalb des Hallradius um eine oder mehrere Maschinen, so kann die raumakustische Maßnahme keine Senkung der Lärmbelastung für diesen Arbeitsplatz bringen.



Schallraumbreitung bei diffusem Schallfeld



Hallradius

Theoretische Einführung

Empfohlen Höchstwerte Für Hintergrundgeräusche

Raumart	L_{pAeq} db
Konferenzraum	30 bis 35
Klassenzimmer	30 bis 40
Einzelbüros	30 bis 40
Großraumbüro	35 bis 45
Industrielle Laboratorien	35 bis 50
Kontroll-/ Steuerräume in der Industrie	35 bis 55
Industrielle Arbeitsstätten	65 bis 70

Die Hintergrundgeräusche stammen von eingebauten technischen Einrichtungen (z.B. Belüftungssystemen) oder kommen von Außen.

Begriffsbestimmungen und Messverfahren

Schallausbreitungsminderung

In aller Regel ist die mittlere Schallausbreitungsminderung pro Abstandsverdoppelung ein Beurteilungskriterium für die akustischen Eigenschaften eines Raumes. Sie soll gemäß VBG 121, 4 dB betragen.

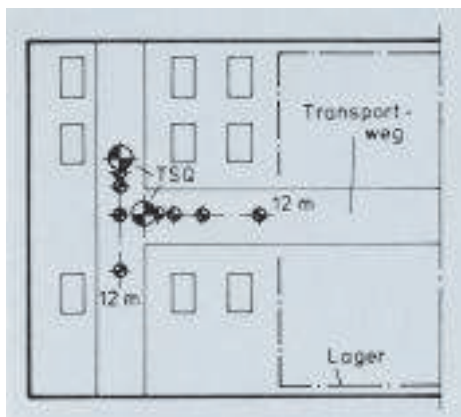
Testschallquelle

Schallquelle mit punktförmiger Abstrahlcharakteristik. Die Anforderungen sind mit den Ansprüchen an die Vergleichsschallquelle gemäß DIN 45 635 Teil 1 gleichzusetzen.

Messpfad

Geradliniger Freiraum (Korridor) auf dem die Messwerte aufgenommen werden. Innerhalb dieses Korridors dürfen keine Streukörper die freie Schallausbreitung beeinflussen. Die seitlichen Abstände zum Messpfad, durch Werkstücke oder Lagerbehälter die unter 0,5 m Höhe sind, soll mindestens 1,5 m betragen. Bei Streukörpern über 0,5 m bis 1 m soll der Mindestabstand 2 m, bei Streukörpern über 1 m soll der Mindestabstand 3 m betragen. Der Abstand des Messpfades gegenüber Wänden soll mindestens 4 m sein. Die zentralen Transportwege bieten sich in der Regel für die Durchführung dieser Messungen an.

Messpfad bei ungleichmäßig belegten Fertigungsräumen
TSQ = Testschallquelle



Luftschalldämpfung

Absorption

Einführung

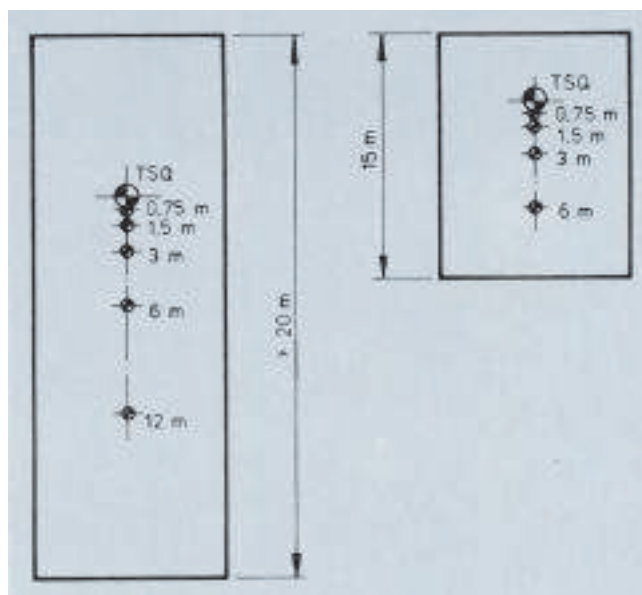
Der Schallpegel, der sich in einem Raum einstellt, ist außerhalb des Hallradius abhängig von der Schallabsorptionsfähigkeit der Raumbegrenzungsflächen. In Räumen mit hoher Absorptionsfähigkeit verringert sich der Schall einer Lärmquelle mit zunehmendem Abstand schneller, als in einem Raum mit stark reflektierenden Raumbegrenzungsflächen.

Um einen Raum messtechnisch auf seine Halligkeit oder seine Absorptionsfähigkeit hin zu überprüfen, bietet sich das Verfahren "Schallausbreitungsminderung je Abstandsverdoppelung" an.

Lärmminderungsziele für Arbeitsstätten

Lärmminderungsziele sollten auf der Grundlage beruhen, dass Geräusche unter Berücksichtigung des technischen Fortschrittes, des Produktionsprozesses und der Arbeitsaufgaben auf den niedrigst möglichen Pegel reduziert werden sollten. Folgende A-Schallpegel sollten nicht überschritten werden:

- a) In Industriellen Arbeitsplätzen
75 bis 80 dB
- b) Für routinemäßige Büroarbeit
45 bis 55 dB
- c) Für Sitzungsräume oder bei Tätigkeiten die Konzentration verlangen
35 bis 45 dB



Lage des Messpfades und Messpfadlänge bei unterschiedlich langen flachen Rechteckräumen

a übliche Messpfadlänge

b Kürzung der Messpfadlänge auf das maximal mögliche Maß

TSQ = Testschallquelle



Beschreibung der Geräuschsituation

Die DIN EN ISO 11690-1 Richtlinien für maschinenbestückte Arbeitsstätten beschreibt ein Verfahren zur Beurteilung von Geräuschsituationen innerhalb eines Raumes oder im Freien.

Messhöhe

Die Höhe der Testschallquelle und die Höhe des Messmikrophons befinden sich in Anlehnung an die DIN 45 636 Teil 1 in 1,5 m über dem Boden. Ein direkter Sichtkontakt zwischen Testschallquelle und Messpunkt muss gewährleistet sein.

Anordnung der Messpfade

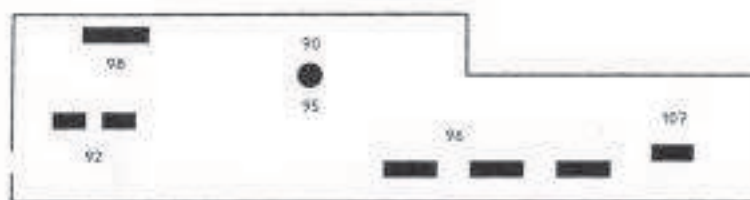
Bei gleichmäßig belegten Arbeitsräumen ist der Messpfad in der Mitte des Raumes anzuordnen. Es sind 5 Messpunkte von der Testschallquelle aus festzulegen. In folgenden Entfernungen: 0,75 m, 1,5 m, 3 m, 6 m, 12 m unter der Voraussetzung, dass der Freiraum für den Messpfad mindestens 18 m beträgt und der Raum in Messpfadrichtung mindestens 20 m lang ist. Bei kürzeren streukörperfreien Strecken verkürzt sich der Messpfad auf 6 m, im Sonderfall auf 3 m. Soll eine große Halle beurteilt werden, so sind mehrere Messpfade hintereinander, parallel und auch 90° versetzt zueinander anzulegen.

Durchführung der Messung

Um eine einwandfreie Messung durchzuführen ist es erforderlich, dass die Testschallquelle mindestens 10 dB lauter ist, als das in dem zu beurteilenden Raum vorherrschende Fremdgeräusch. An jedem Messpunkt des oder der Messpfade wird der ankommende Schall der Testschallquelle in den Oktavschritten 500 Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz, 4.000 Hz, der Linearwert und der A-bewertete Gesamtschallpegel angemessen. Als Messgerät soll ein integrierendes Schallpegelmessgerät (mindestens der Klasse 2 mit Oktavfilter) zur Verfügung stehen.

Luftschall-
dämpfung

Absorption



a) Angabe des Geräuschpegels am Arbeitsplatz



b) Angabe von Bereichen mit bestimmten Geräuschpegeln
(Für solche Lärmkarten werden häufig farbige Darstellungen benutzt.)

Legende
○ bis zu 90 dB
△ 90 dB bis 100 dB
□ über 100 dB



c) Kurven gleichen Geräuschpegels (hier mit einer Schrittweite von 5 dB)

Bild 7: Verschiedene Darstellungen von Lärmkarten zu einem Arbeitsplatz

Beurteilung des Messergebnisses

Je nach Beschaffenheit des zu beurteilenden Raumes kann das Direktfeld in die Messergebnisse der dicht bei der Testschallquelle liegenden Messpunkte teilweise mit eingehen. Dieses wird zugunsten einer einheitlichen Messmethode in Kauf genommen. Für Entfernungen bis mindestens 12 m, d. h., für den Entfernungsbereich, der für die Auswirkung lauter Schallquellen in entsprechend großen Arbeitsräumen entscheidend ist, ein charakteristischer Wert der Schallausbreitungsminderung ermittelt.

Er beträgt für die Oktaven 500 Hz bis 4.000 Hz, bei raumakustisch ungünstigen verbesserungswürdigen Räumen 2 bis 2,5 dB. In Räumen, in denen die Schallreflexion dem Stand der Lärmreduzierungstechnik entspricht, liegen die Werte der Schallausbreitungsminderung je nach Abstandsverdoppelung im Bereich von 4 bis 4,5 dB.

Luftschalldämpfung

Absorption

Aufnahme der Messwerte

Frequenzabhängige Schallpegelregistrierung mit zunehmender Entfernung von der Testschallquelle.

Meß- abstand in m	Oktavbandmittenfrequenz in Hz				Gesamtschall- pegel	
	500	1000	2000	4000	L_{in} in dB	A-bew. in dB(A)
0,75	79,0 dB	82,0 dB	80,5 dB	84,5 dB	91,5	90,0
1,50	74,5 dB	77,5 dB	76,0 dB	78,5 dB	85,5	84,5
3,00	70,0 dB	73,0 dB	71,0 dB	73,0 dB	80,0	79,5
6,00	67,0 dB	70,0 dB	67,0 dB	69,0 dB	77,0	76,0
12,00	64,5 dB	67,5 dB	65,0 dB	65,5 dB	74,0	73,0

Meß- abstand in m	Oktavbandmittenfrequenz in Hz				in	
	500	1000	2000	4000	L_{in} in dB	A-bew. in dB(A)
0,75	4,5 dB	4,5 dB	4,5 dB	6,0 dB	6,0	5,5
1,50	4,5 dB	4,5 dB	5,0 dB	5,5 dB	5,5	5,0
3,00	3,0 dB	3,0 dB	4,0 dB	4,0 dB	3,0	3,5
6,00	2,5 dB	2,5 dB	2,0 dB	3,5 dB	3,0	3,0
12,00	2,5 dB	2,5 dB	2,0 dB	3,5 dB	3,0	3,0
mittl. Schall- ausbreitungs- minderung	3,5 dB	3,5 dB	4,0 dB	5,0 dB	4,5	4,5

Auswertung der Messwerte

Frequenzabhängige Werte der Schallausbreitungsminderung je nach Abstandsverdoppelung

Materialien / Werkstoffe

illtec Weichschaumstoff auf Melaminharzbasis, Farbe: weiß, schwer entflammbar noch DIN 4102 **B1**, nicht abtropfend, selbstverlöschend.

Raumgewicht: ca. 12 kg/m³

S 35 sv Polyurethanschaum (PUR), Farbe anthrazit, normal brennbar, selbstverlöschend

Brandverhalten nach DIN 4102 **B3**, Raumgewicht ca. 35 kg/m³

S 35 sv BSF mit Brandschutz-Farbe (BSF) Farbe weißgrau, nicht tropfend, selbstverlöschend,

Brandverhalten: nach DIN 4102 **B2**

Raumgewicht ca. 35 kg/m³

Ausführung:

Einseitig strukturiert mit oberflächenvergrößernder Waffelstruktur
Plane Ausführung mit verschiedenen Beschichtungen, auch selbstklebend

Abmessung:

Stärke: 20, 35, 45 oder 65 mm

L x B

illtec: 1250 x 625 mm

S 35 sv: 1000 x 1000 mm

Sonderfarben auf Anfrage.

Bei der Brandschutzfarbe sind Farbabweichungen möglich.

Waffel Das Akustik- und Schallschutz- System

Die illsonic-Waffel bietet sich im besonderen Maße für die Schallabsorption an. Eine oberflächenvergrößerte Waffelstruktur und hochwertige, teils neuartige Weichschaumstoffe gewährleisten ausgezeichnete Schalldämpfwerke. Besonders im mittel- und hochfrequenten Bereich. Die Einsatzmöglichkeiten sind vielfältigster Art: Speziell eignen sich die Waffel-Systeme für die Reflexionsminderung in Räumen jeglicher Art und als schallabsorbierende Auskleidung von Maschinen und Maschinengehäusen. Die funktionellen Waffelstrukturen erreichen nicht nur hervorragende akustische Werte, sondern schaffen auch optische Akzente in Räumen und ermöglichen damit auch eine ansprechende architektonische Gestaltung.

Produktvielfalt

Die illsonic-Waffel gibt es in verschiedenen Materialausführungen und in verschiedenen Profilierungen und Ausstattungen. Die große Bandbreite an Qualitäten macht es möglich dass für fast alle Einsatzfälle ideale, schallabsorbierende Lösungen angeboten werden können.



Schallabsorptionsgrad α_s illsonic-Waffel illtec

Frequenz [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
20/35 α_s	0,06	0,12	0,29	0,52	0,71	0,78
35/35 α_s	0,08	0,21	0,45	0,71	0,82	0,91
45/125 α_s	0,05	0,30	0,64	1,00	1,10	1,22
65/125 α_s	0,12	0,37	0,90	1,07	1,16	1,28

Ermittlung der Schallabsorptionsgrade nach DIN 52212 im großen Hallraum



illsonic-Waffel S 35 sv

Technische Daten siehe Seite 4.2.1

illsonic Waffel S 35 sv (BSF) – weißgrau,

Technische Daten siehe Seite 4.2.1

Waffel Das Akustik- und Schall- schutzsystem nach Maß

Illsonic-Waffel dämm

Material:

illtec

Technische Daten siehe Seite 4.2.1

S 35 sv mit Brandschutz-Farbe (BSF) –

Technische Daten siehe Seite 4.2.1

Besonderheit

Dämmschicht: mineralisch gefülltes Acrylat,
Ausführung: einseitig strukturiert mit
oberflächenvergrößernder Waffelstruktur,
einkaschierte Dämmschicht-Zwischenlage,
Gewicht der Dämmschicht 2 kg/m²,

Abmessung:

Höhe 65 mm,

Grundfläche

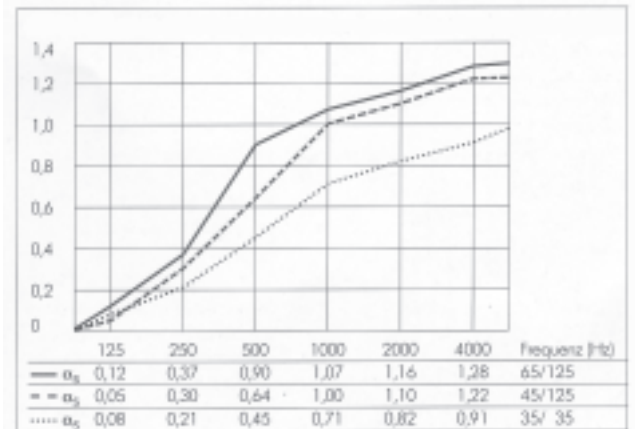
illtec: 1200 x 400 mm,

PU: 1200 x 400 mm,

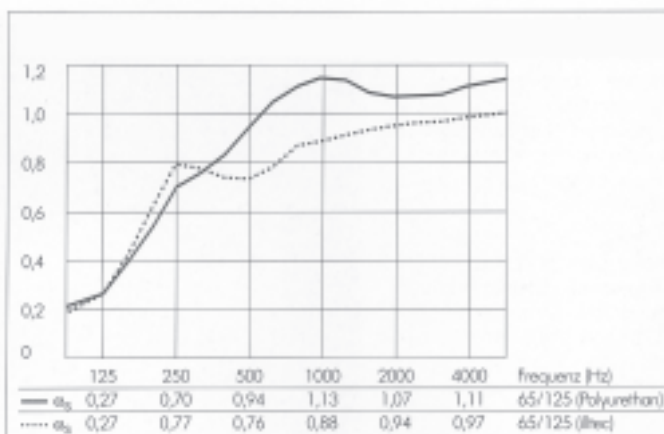
Brandschutzfarbe (BSF)

illtec reinweiß oder lichtgrau,

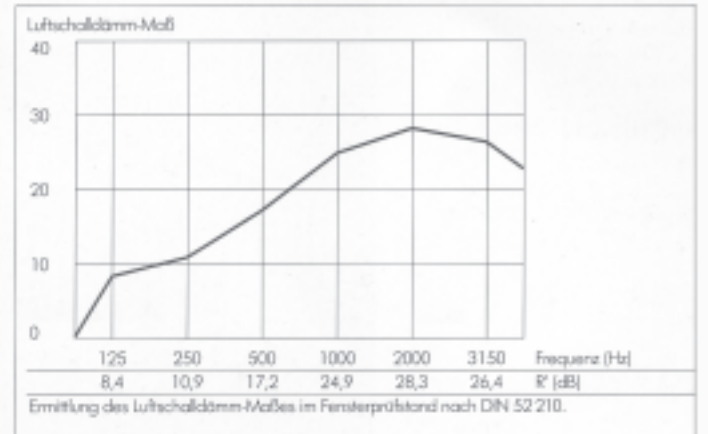
PU weißgrau.



Schallabsorptionsgrad α_s
illsonic-Waffel S 35 sv



Schallabsorptionsgrad α_s
illsonic-Waffel dämm S 35 sv



Ermittlung des Luftschalldämm-Maßes
im Fensterprüfstand DIN 52 210

illsonic-pyramide

Material: illtec

Technische Daten siehe Seite 4.2.1

ER 30 sv, PU auf Polyester-Basis,
Farbe: anthrazit,
Brandverhalten nach DIN 4102 B3

Ausführung:

einseitig strukturiert mit oberflächenver-
größender Pyramidenstruktur

Abmessung:

illtec Höhe: 50, 70 oder 100 mm,
Grundfläche illtec: 1200 x 600 mm,
PU: Höhe 70 mm, 1000 x 1000 mm,

Brandschutzfarbe (BSF):

illtec reinweiß oder lichtgrau,

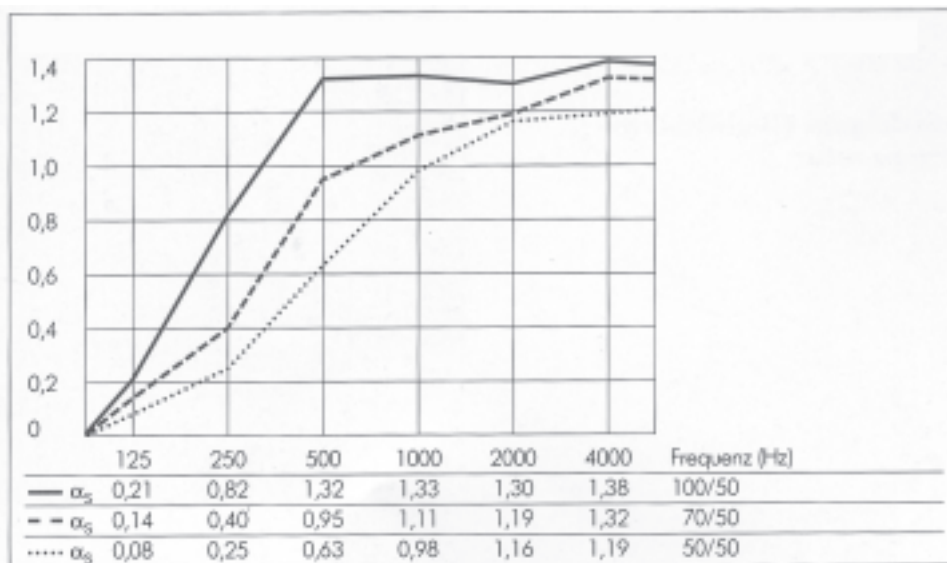
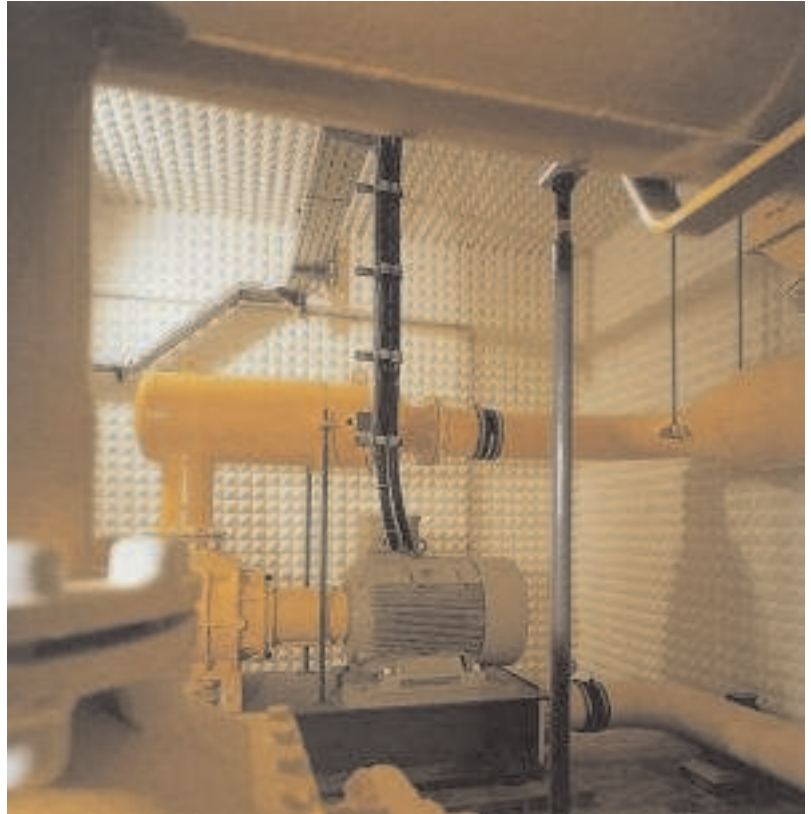
PU weißgrau,

Sonderfarben auf Anfrage.

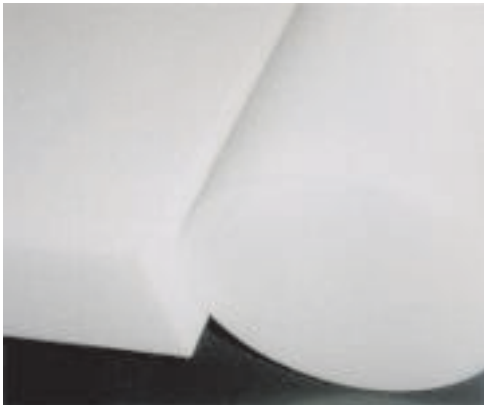
Bei der Brandschutzfarbe sind Farbab-
weichungen möglich.

Diese Struktur bietet u. a. auch
besonders reizvolle Einsatzmöglich-
keiten – sie ist mit verschiedenen
Farben versehen und besonders gut
kombinierbar. Auch im industriellen
Einsatz besticht die Pyramide durch
ihre klare Form.

Pyramide Das Akustik- und Schall- schutzsystem nach Maß



Schallabsorptionsgrad α_s illsonic-pyramide



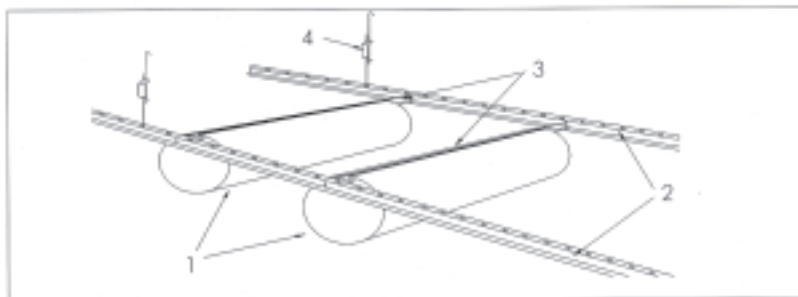
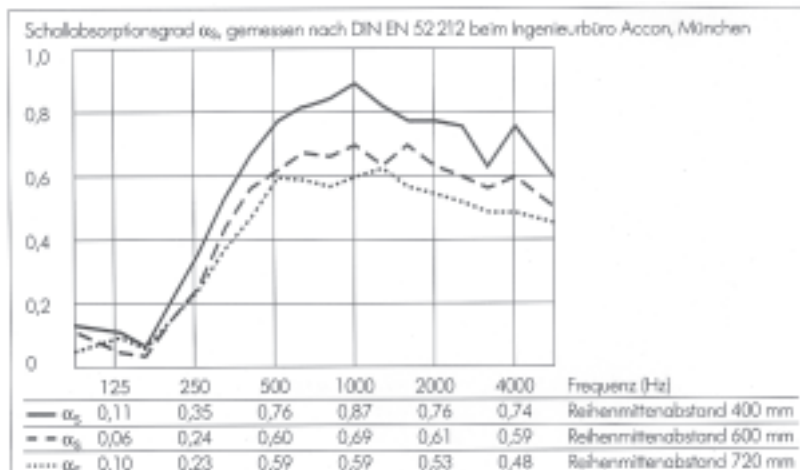
Materialien für Abhängekonstruktionen

Produkt-Sortiment für Abhängekonstruktionen

Die KOOPERATION LÄRMSCHUTZ bietet beim "Schallschutz zum Abhängen" eine Produktpalette mit verschiedenen geometrischen Körpern, die gezielte und optisch individuelle Maßnahmen ermöglichen. Die Produkte können von der Decke herab um die Lärmquelle gruppiert werden, um so die größtmögliche Wirkung zu erzielen. Je näher der Schall in der Lärmquelle "eingefangen" wird, desto günstiger ist das Resultat.

Moderne Materialien

Im Angebot für alle Produkte zum Abhängen stehen Materialien die im Brandverhalten nach DIN 4102 A2 nicht brennbar, B1 schwer entflammbar sowie B2 normal entflammbar sind. Gerade die neuen nicht brennbaren Produkte vereinen alle Vorteile der heute angebotenen Produkte in sich und schließen dabei so bekannte Kritikpunkte herkömmlicher Materialien wie z. B. abrieseln aus.



Lfd.-Nr.	Verlegetabstand	400 mm	600 mm	720 mm	800 mm	1000 mm
1	illbruck rondo absorber	2,00 St/m ²	1,33 St/m ²	1,11 St/m ²	1,00 St/m ²	0,80 St/m ²
2	Haupttragschiene* (Länge: 3750 mm)	0,80 lfm/m ²	0,80 lfm/m ²	0,80 lfm/m ²	0,80 lfm/m ²	0,80 lfm/m ²
3	Querschiene* (Länge: 1250 mm)	2,00 St/m ²	1,33 St/m ²	1,11 St/m ²	1,00 St/m ²	0,80 St/m ²
4	Schnellspannabnehmer*	0,67 St/m ²	0,67 St/m ²	0,67 St/m ²	0,67 St/m ²	0,67 St/m ²

*Nicht im Lieferumfang enthalten

illsonic-Baffel

Auch mit der Baffel wurde schon in vielen Projekten nachträglich der Lärmpegel erheblich gesenkt. Die Bauherren wählen dieses Produkt – wie auch den illsonic-Absorber – aus konstruktiven Gründen. Die illsonic-Baffel kann senkrecht abgehängt werden oder waagrecht in vorhandene Rastersysteme eingelegt werden – für beide Möglichkeiten steht die entsprechende Produktausstattung zur Verfügung.

Material: illtec, Weichschaumstoff auf Melaminharzbasis, Farbe: weiß, Brandverhalten: nach DIN 4201 B1, Glasgewebe, strapazierfähig, Brandverhalten: schwer entflammbar nach DIN 4102 B1.

Ausführung: wahlweise mit/ohne Brandschutzfarbe bzw. Glasgewebe. Gestänge mit Haken/Ösen zum Abhängen, gelochte Aluminiumdeckel als Kappe, Farbe: weiß, Abmessung: Länge 1000 oder 1200 mm, Durchmesser 150 oder 230 mm, Brandverhalten: mit und ohne BSF schwer entflammbar nach DIN 4201 B1, mit Glasgewebe normal entflammbar nach DIN 4102 B2.



illsonic®-Produkte

illsonic-Absorber

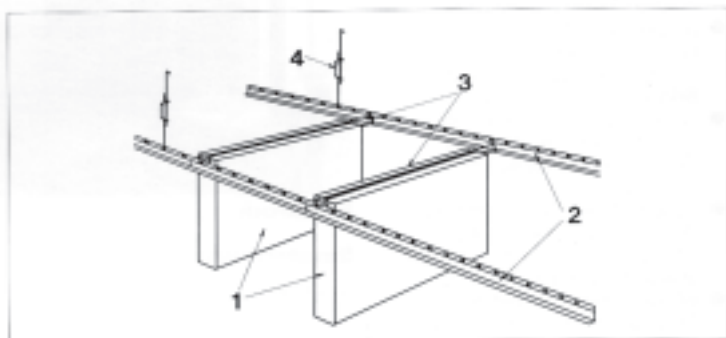
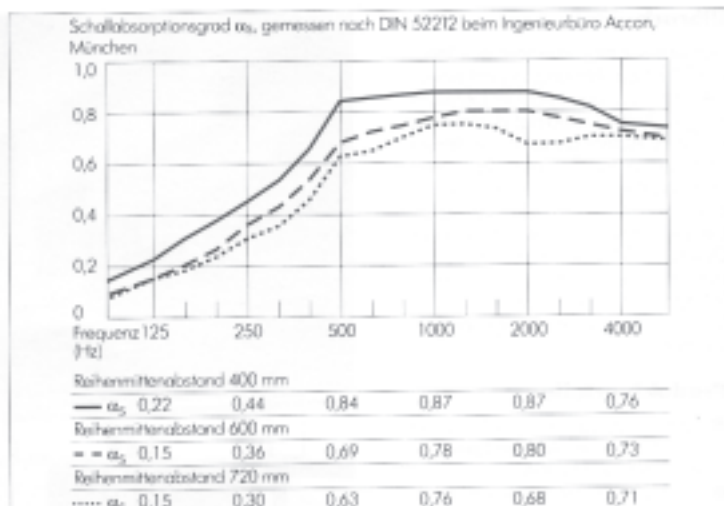
Dieses sehr leichte Element ist bereits in vielen Bereichen eingesetzt worden, wo aus bautechnischen Gründen Wand und Decke nicht beklebt werden konnten bzw. wo keine aufwendigen Unterkonstruktionen möglich waren. Oftmals sind auch Kapselungen von Maschinen und Anlagen nachträglich nicht mehr durchführbar – hier ist ebenfalls die variable Verwendbarkeit des illsonic-Absorber von Vorteil.

Produkt-Sortiment für Abhängkonstruktionen

illsonic-T-Absorber piano

Das einfache und praktische Hängesystem mit einem in die Längsseite eingeschnittenen T-Profil. Die Bezeichnung „piano“ bedeutet, dass dieser Absorber aus unprofiliertem illtec besteht.

- schwer entflammbar nach DIN 4102 B1
- Material: illtec
- faserfrei
- Farbe: weiß
- Brandschutzfarbe variierbar
- geringes Gewicht von 400 g
- die integrierte T-Schiene (Donn) ermöglicht die Abhängung in Raster-systemen



Material						
Lfd.-Nr.	Verlegeabstand	31,25 cm	46,88 cm	62,50 cm	93,75 cm	125,00 cm
1	illsonic absorber piano T	2,56 St/m²	1,92 St/m²	1,28 St/m²	0,85 St/m²	0,64 St/m²
2	Haupttragschiene (Länge: 3750 mm)	0,80 Lfm/m²	0,80 Lfm/m²	0,80 Lfm/m²	0,80 Lfm/m²	0,80 Lfm/m²
3	Querschiene (Länge: 1250 mm)	2,56 St/m²	1,92 St/m²	1,28 St/m²	0,85 St/m²	0,64 St/m²
4	Schnellspannab-hänger	0,43 St/m²	0,43 St/m²	0,43 St/m²	0,43 St/m²	0,43 St/m²

Alle, die Unterkonstruktion betreffenden Komponenten, sind über den Fachhandel zu beziehen.



Werkstatt

Montage

- Die Unterkonstruktion besteht aus Haupttrageschienen, die im Achsabstand von 1250 mm, z. B. mittels Schnellspann-abhängern, parallel zueinander von der Decke abgehängt werden.
- Die T-Querschiene (Länge 1250 mm) wird in die Haupttrageschiene im jeweiligen Rasterabstand eingeclipst (abhängig von der Verlegedichte).
- Über die handelsüblichen Schienenclipse kann der illsonic wetroom absorber mittels S-Haken an der Querschiene aufgehängt werden.



Getränkfabrikabfüllanlage

Produkt-Sortiment für Abhängekonstruktionen

Illsonic wetroom absorber

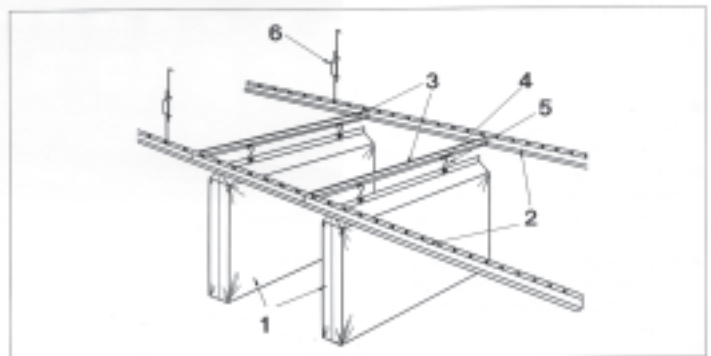
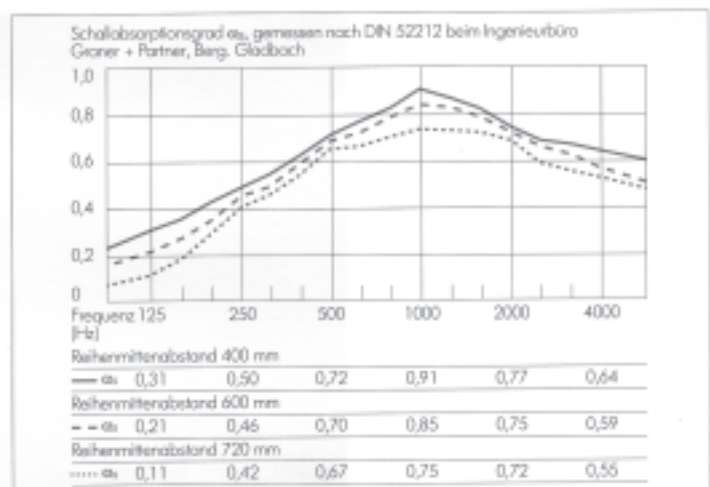
Spitzenprodukt zur Schallabsorption, das den Hygieneanforderungen in der Getränke-, Lebensmittel- und Pharmaindustrie entspricht. Der illsonic wetroom absorber ist bakterienresistent und faserfrei. Durch sein geringes Gewicht und seine einfache Abhängung kann der Absorber vielseitig eingesetzt und den baulichen Bedingungen angepasst werden. Eine eventuelle Reinigung ist mit Hochdruckreiniger möglich. Ein Test bei der Betriebskontrollstation der Getränkeindustrie GmbH (DOEMENS) hat bestätigt, dass der illsonic absorber wetroom hervorragend für den Einsatz in der Getränkeindustrie geeignet ist.

Produktvorteile

- statische Unbedenklichkeit durch geringes Gewicht
- leicht zu reinigen mittels Hochdruckreiniger
- Sicherheit im Einsatzbereich Getränkeindustrie und Lebensmittelindustrie: DOEMENS-Prüfzeugnis
- Verbesserung der Raumakustik und optimale Lärmreduzierung durch hervorragende Schallabsorption in einem breiten Frequenzspektrum

Abmessungen

1200 x 600 x 500 mm



Material						
Lfd.-Nr.	Verlegeabstand	31,25 cm	46,88 cm	62,50 cm	93,75 cm	125,00 cm
1	Illbruck absorber wetroom	2,56 St/m²	1,92 St/m²	1,28 St/m²	0,85 St/m²	0,64 St/m²
2	Haupttrageschiene [Länge: 3750 mm]	0,80 Lfm/m²	0,80 Lfm/m²	0,80 Lfm/m²	0,80 Lfm/m²	0,80 Lfm/m²
3	Querschienen [Länge: 1250 mm]	2,56 St/m²	1,92 St/m²	1,28 St/m²	0,85 St/m²	0,64 St/m²
4	Caddy-Clip	5,12 St/m²	3,84 St/m²	2,56 St/m²	1,71 St/m²	1,28 St/m²
5	S-Haken	5,12 St/m²	3,84 St/m²	2,56 St/m²	1,71 St/m²	1,28 St/m²
6	Schnellspann-abhänger	0,43 St/m²	0,43 St/m²	0,43 St/m²	0,43 St/m²	0,43 St/m²

Alle, die Unterkonstruktion betreffenden Komponenten, sind über den Fachhandel zu beziehen.

Produkt- Sortiment für Abhänge- konstruktionen

Illsonic absorber ECO

Das innovative illsonic Abhängesystem ECO ist eine Revolution im industriellen Schallschutz. Die illsonic absorber ECO werden mittels Stahlseilen, die zwischen zwei Wänden waagrecht gespannt werden, im jeweiligen Reihenmittelabstand abgehängt. Das Einbringen der Absorber erfolgt in die Stahlseile von der Wand aus, dadurch ist ein Aufstellen eines Gerüsts zur Montage nicht mehr nötig.

Produktvorteile

- Kosteneinsparung bei Transport und Montage durch Gewichtsvorteil
- Wegfall von Gerüstkosten
- günstigere Lösung durch effizientes Montagesystem
- Reduzierung der Austauschkosten durch einfache Demontage

Abmessungen

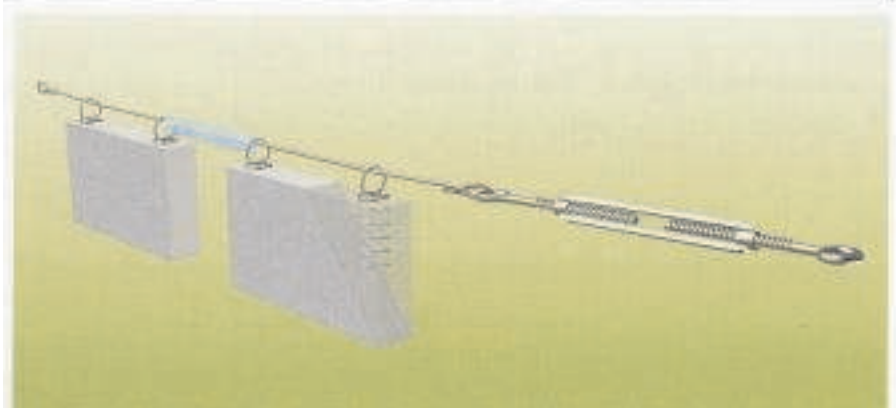
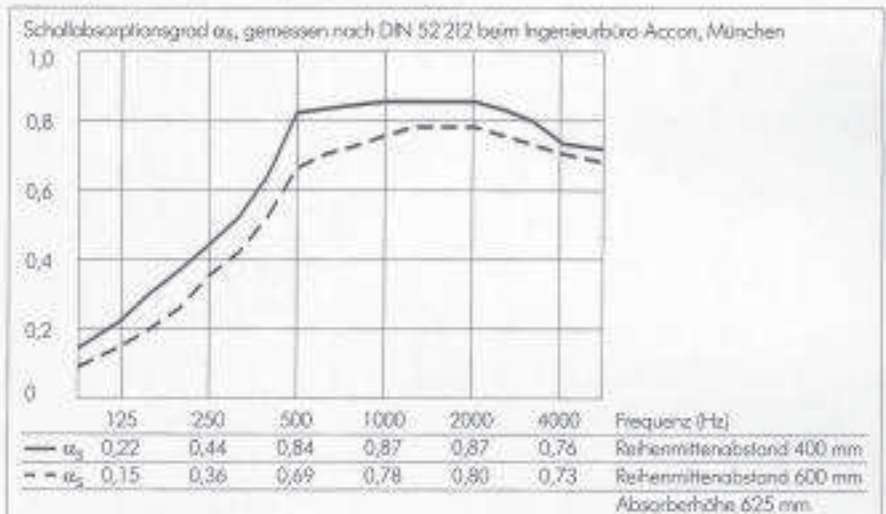
Illsonic plano absorber ECO
1250 x 625 x 50 mm
1250 x 410 x 50 mm

Illsonic wetroom absorber ECO
1200 x 600 x 500 mm

Illsonic rondo absorber ECO
1200 x ø 150 mm



illbruck plano absorber ECO, KTD, Calw



Produkt- sortiment für die industrielle Anwendung

illsonic-plano illtec

Material:

illtec, Brandverhalten nach DIN 4102 B1 –
siehe Abmessungen.

Abmessungen:

1250 x 625 x 20 mm
1250 x 625 x 30 mm
1250 x 625 x 40 mm
1250 x 625 x 50 mm

Alle plano-Platten werden auftragsgebun-
den gefertigt.

Zusätzliche Produktausstattung für illsonic-
plano auf Anfrage.

- einseitige Selbstklebung als Montagehilfe
- PUR-Haut
- Alu-Kaschierung mit Gitterstruktur
- Glasgewebe

Sonderausrüstung:

- mit elektrisch leitfähiger Beschichtung,
- Mikrowellenabsorption und Aktivkohle-
Schadstoffabsorption bitte anfragen.
- Schallabsorptionsmaterial für Reinraum-
technik bitte anfragen.

illsonic-plano PUR für die industrielle Anwendung

Material:

T 28 sv,
Brandverhalten nach DIN 4102 B2.

Abmessungen:

1000 x 1000 x 20 mm
1000 x 1000 x 30 mm
1000 x 1000 x 40 mm
1000 x 1000 x 50 mm

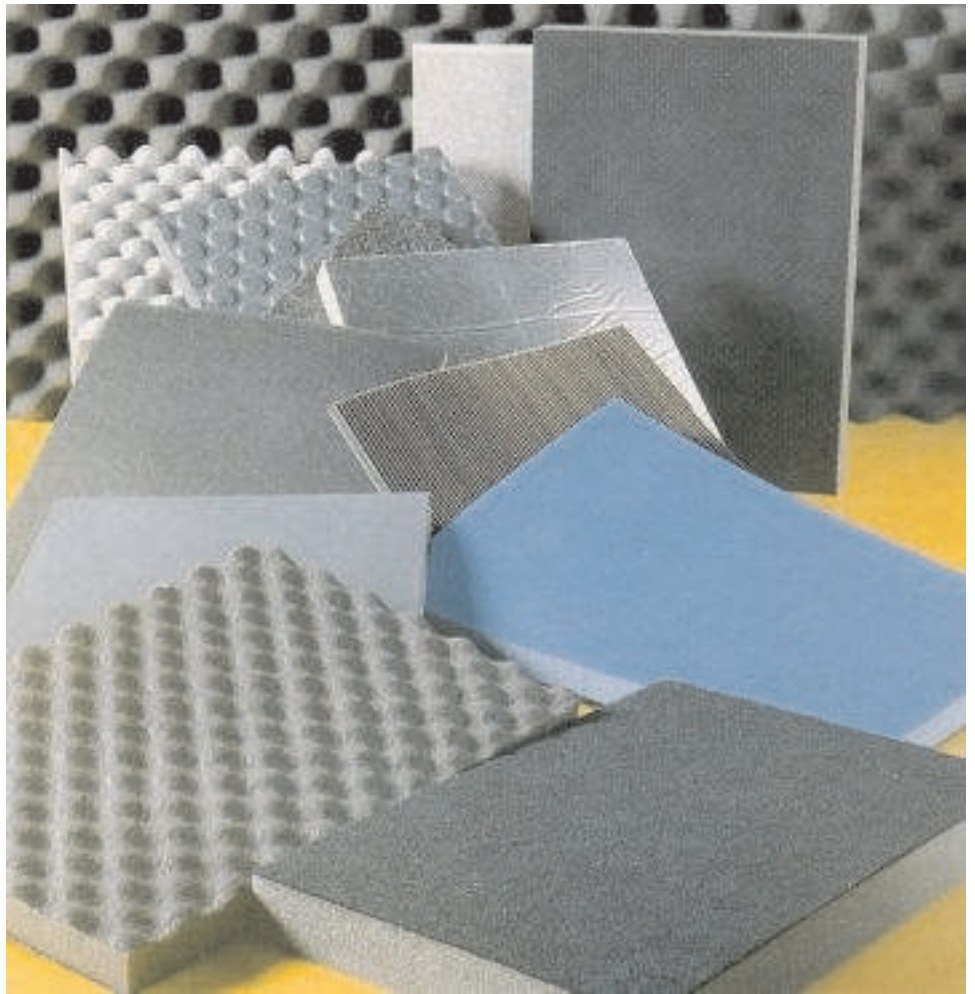
Alle plano-Platten werden auftragsgebun-
den gefertigt.

Zusätzliche Produktausstattung für illsonic-
plano auf Anfrage.

- einseitige Selbstklebung als Montagehilfe
- PUR-Haut
- Alu-Kaschierung mit Gitterstruktur
- Glasgewebe



Mehrschicht-Dämm-Matten



Kombinationssysteme mit Bitumenfolie oder -pappe dämpfen den Körperschall.

Offenzellige Schäume verschiedener Kombinationssysteme absorbieren den Luftschall.

Durch die verschiedensten Oberflächenstrukturen finden die Kombisysteme ein breites Anwendungsfeld.

Noppenstrukturen vergrößern die Absorptionsfläche, PVC-Folien farbig und gelocht, geben ein modernes Design. Spezialbeschichtungen schützen gegen Wärme und Schmutz.

Ein Eindringen von Feuchtigkeit in das Material verhindert zuverlässig eine Oberflächenversiegelung.

Die Stärken der jeweiligen Materialien sind je nach Anforderungen individuell herstellbar.

Die umfassenden theoretischen sowie praktischen Erkenntnisse der Schallproblematik machen es möglich in der Praxis individuell zu reagieren. Für die moderne Fertigungsindustrie sind maßgenau vorgefertigte Teile Voraussetzung für einen geordneten Produktionsablauf.

Stanz- und Schneidetechnik aus sämtlichen Produkten wie Pappe, Kunststoff, Bitumen, Folien und Kombi-Systeme ermöglichen die notwendige Individualität bei unterschiedlichen Anforderungen. Die Ausrüstungen mit Selbstklebe-Beschichtungen erleichtern die Montage.

Standartabmessungen:

Kombisysteme L x B
500 x 1000 mm
1000 x 1000 mm

Stärken
10 - 50 mm

Einsatzgebiete

Die Mehrschicht-Dämmmatten sind hervorragend für den Einsatz bei Staub und Schmutzanfall geeignet, z. B. Auskleidung von Schutzhauben bei Baumaschinen, Druckereimaschinen, Motoren, Getrieben, Kompressoren, Ventilatoren etc.

Luftschalldämmung



Theoretische Einführung

Massegesetz

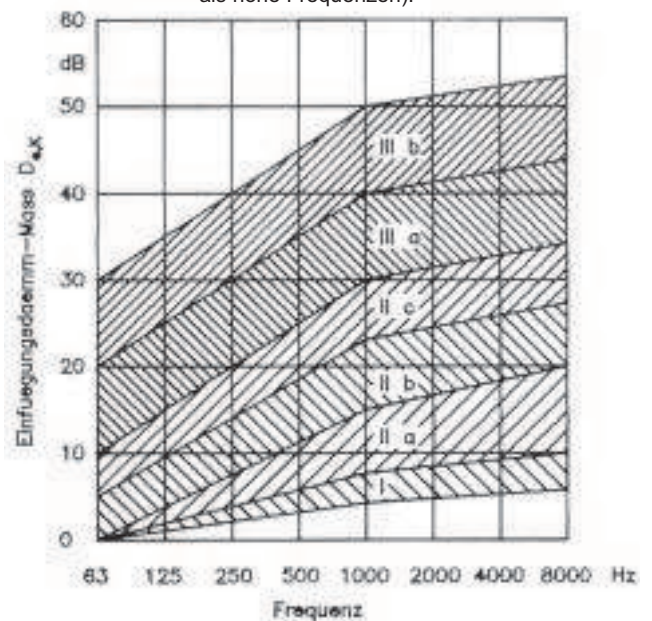
Die Eigenschaft von einschaligen Trennelementen Luftschall zu dämmen, nimmt mit 6 dB (A) pro Gewichtsverdoppelung sowie mit 6 dB (A) pro Frequenzverdoppelung zu. Formel für die näherungsweise Abschätzung der zu erwarteten Lärminderung eines einschaligen Trennelementes bei allseitigem Schalleinfall:

$$R = 20 \cdot \log \frac{2 \cdot \bar{m}' \cdot f}{2 \cdot \rho \cdot c}$$

f = Frequenz
 \bar{m}' = flächenbezogene Masse des Trennelementes
 ρ = Dichte
 c = Schallgeschwindigkeit

Über das realistisch Erreichbare, die möglichen Bauformen und die zu beachtenden Details gibt die VDI 2711 "Schallschutz durch Kapselung" und der Leitfad für den Schallschutz durch Kapseln und Kabinen DIN EN ISO 15667 Auskunft.

Wie aus diesen Kurven zu erkennen ist, verhalten sich die Dämmeigenschaften von Stoffen ähnlich dem menschlichen Hörverhalten. Tiefen Frequenzen wird ein geringerer Widerstand entgegengebracht als höheren Frequenzen (unser Ohr empfindet tiefe Frequenzen weniger laut als hohe Frequenzen).



Bereiche üblicher Einfügungsdämm-Maße für verschiedene typische Kapselausführungen

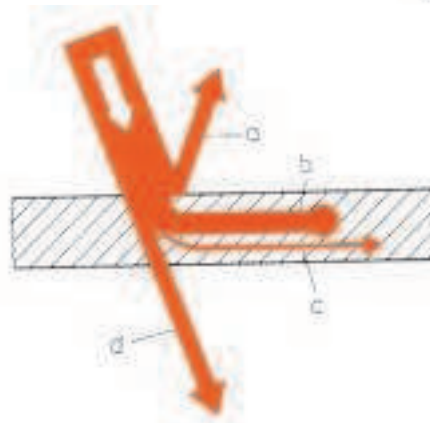
Schallschutz durch Einhausung

Die EN ISO 15667 unterscheidet je nach Verwendung Kapseln und Kabinen. Eine Kapsel ist eine Konstruktion zur Einhausung einer Maschine zum Schutz der Umgebung vor dem Maschinenlärm. Eine Kabine ist eine Konstruktion die Menschen vor Umgebungslärm schützt.

Kriterien bei der Auswahl von Kapsel- und Kabinensystemen.

Bei der Einhausung einer Lärmquelle z. B. mit einer Lärmschutzkapsel findet eine Verteilung der Schallenergie statt. Der auf die Kabineninnenwände auftreffende Schall teilt sich auf in:

- a) reflektierten Schallanteil
- b) absorbierten Schallanteil
- c) durch Körperschallübertragung abgeführten Schallanteil
- d) durch die Kapsel abgestrahlten Schallanteil



Gruppe	Kapselkonstruktion	Flächengewicht* der Kapselwandung	Abdichtung und zulässige Öffnungsgröße ^Δ	Körperschalldämmung ^Δ (im allgemeinen erforderlich und dem jeweiligen Anwendungs- fall angepasst)	A-Schallpegel mind. je nach Schallspektrum ^Δ 1 A, K
I	schalldämmende Matte nach VDI 2711	5 bis 6 kg/m ²	keine besonderen Abdichtungsmaß- nahmen erforder- lich, gesamte Öffnungsfläche: < 10% ^Δ	keine	3 bis 10 dB
II a	nicht schallabsor- bierend ausgelei- dete, einschalige Kapsel nach VDI 2711	5 bis 15 kg/m ²	gesamte Öffnungsfläche: < 5 % ^Δ	je nach Fall keine oder einfache elastische Lagerung der Schall- quelle	5 bis 15 dB
II b	schallabsorbierend ausgekleidete ein- schalige Kapsel nach VDI 2711	5 bis 15 kg/m ²	Abdichtung nach VDI 2711 gesamte Öffnungsfläche: < 0,5 % ^Δ	einfache elastische Lagerung der Schall- quelle nach VDI 2711 bei Aufstellung auf gewachsenem Boden.	7 bis 25 dB
III c	schallabsorbierend ausgekleidete ein- schalige Kapsel nach VDI 2711	20 bis 25 kg/m ²	Abdichtung nach VDI 2711 gesamte Öffnungsfläche: < 0,1 % ^Δ	wie II b evtl. Eindrückung nach VDI 2711	10 bis 30 dB
III a	schallabsorbierend ausgekleidete zwei- schalige Kapsel nach VDI 2711 oder schwere, ein- schalige Kapsel (gemauert)	5 bis 10 kg/m ² je Schale etwa 100 kg/m ²	Abdichtung wie II c, gesamte Öffnungsfläche: < 0,01 % ^Δ	doppelt elastische Lage- rung der Schallquelle nach VDI 2711 oder einfache elastische Lagerung mit Fundamenttrennung.	20 bis 40 dB
III b	schallabsorbierend ausgekleidete zwei- schalige Kapsel nach VDI 2711 oder schwere, ein- schalige Kapsel (gemauert)	10 bis 15 kg/m ² je Schale etwa 400 kg/m ²	Durchführungen und Zerlegbarkeit möglichst vermei- den, Abdichtung nach VDI 2711	wie III a	30 bis 50 dB

-) ohne Tragkonstruktion, schallabsorbierende Auskleidung und Abdeckung. (Das gesamte Wandungsgewicht kann das Mehrfache dieses Gewichts betragen)
-) ohne Berücksichtigung ggf. mit Schalldämpfern versehener Öffnungen
- Δ) Maßnahmen zur Körperschallisolation können entfallen, wenn es sich ausschließlich um Strömungsgeräusche handelt.
Bei Maschinen, die hohe Körperschallanteile erzeugen, ist die erforderliche Körperschalldämmung zu berücksichtigen.
-) Anteil der Kapseloberfläche.

Absorbierende Eigenschaft der Kabinenwand

Bei der Konstruktion einer Schallschutzkapsel ist besonderes Augenmerk auf die Absorptionseigenschaft der Kapselwandung zu legen. Würde man z. B. eine Lärmschutzkabine aus Beton oder glatten Stahlwänden bauen (Schallabsorptionsgrad ca. 2%), so würde sich der Lärmpegel in der Einhausung gegenüber einer 100% Absorption (bei Frequenzen 1000 Hz realisierbar) um ca. 17 dB (A) erhöhen. Demzufolge wäre eine achtmal so hohe Masse einzubringen, um ein gleiches Ergebnis zu erreichen.

Masse a = X dB
Masse 2a = X + 6 dB
Masse 4a = X + 12 dB
Masse 8a = X + 18 dB

Öffnungsanteil der Kapseloberfläche

Unabhängig von der Eigenschaft oder Bauart einer Schallschutzkapsel ist die Wirksamkeit abhängig von den verbleibenden akustisch ungeschützten Öffnungen (z. B. Materialflussöffnungen, Wellen- oder Rohrdurchbrüche etc.). Die maximal mögliche Pegelminderung beträgt bei einem ungeschützten Öffnungsanteil von:

1/10	der Kapsel etwa 10 dB
1/100	der Kapsel etwa 20 dB
1/1.000	der Kapsel etwa 30 dB
1/10.000	der Kapsel etwa 40 dB

Lärminderung durch Kapselung

Vergleich von Einfügungsdämmmaß D und Schalldämm-Maß R

Die Messung der Einfügungsdämmung einer Kapsel ermöglicht eine aussagekräftige Beschreibung ihrer schalldämmenden Wirkung, da durch die Art des Messverfahrens alle im praktischen Anwendungsfall auftretenden Einflussfaktoren erfasst werden können. Die Vielfalt unterschiedlicher Anforderungen, die an den Konstrukteur einer Lärmschutzkapsel gestellt werden, erlauben es aber in vielen Fällen nicht, auf Messergebnisse vergleichbarer Anordnungen zurückzugreifen. Somit ist er in der Regel bei der Planung auf Angaben des Schalldämmmaßes einzelner Bauteile angewiesen, die für zahlreiche schalldämmende Konstruktionselemente zur Verfügung stehen. Es steht die Frage im Vordergrund, welche Aussagekraft die Messung von Schalldämmmaßen für die praktische Anwendung haben können. Dass das Einfügungsdämm-Maß D und das Schalldämm-Maß R nicht zwangsläufig übereinstimmen müssen, ergibt sich aus den unterschiedlichen Leistungsbetrachtungen, die ihrer Definition zugrunde gelegt werden. Aus dem Verhältnis von äquivalenter Absorptionsfläche in der Kapsel und der Kapseloberfläche lässt sich auch der mittlere Absorptionsgrad bestimmen.

Es zeigt sich, dass die Gleichheit von D und R nur ein Sonderfall ist, der dann eintritt, wenn die Kapselinnenwände vollständig absorbieren und keine Nebenwegübertragungen stattfinden. Da dies in der Regel nicht der Fall ist, muss grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass sich für das Einfügungsdämm-Maß kleinere Werte einstellen als für das Schalldämm-Maß.

Das Schalldämm-Maß ist somit die obere Grenze, die als Einfügungsdämmung einer Kapsel erreicht werden kann. Werden aus Messungen des Schalldämmmaßes einzelner Kapselelemente Rückschlüsse auf die Einfügungsdämmung der gesamten Kapsel gezogen, dann sind diese nur aussagekräftig, wenn in beiden Fällen die möglichen Nebenwege qualitativ und quantitativ gleichermaßen berücksichtigt werden.

Merke: Schalldämm-Maß R und Einfügungsdämm-Maß D dürfen nicht gleichgesetzt werden. In der Praxis ist D immer kleiner als R. Der Unterschied zwischen den beiden Messgrößen ist umso größer, je geringer der Absorptionsgrad der Wandverkleidung und je größer die Rolle von Nebenwegen (Undichtigkeiten bzw. Öffnungen, Körperschallbrücken etc.) ist.

Anregung der Schallschutzkapsel durch Körperschall

Bei der Installation einer Kapsel ist darauf zu achten, dass die Wandungen nicht durch mechanische Schwingungen (Körperschall) angeregt werden. Körperschallanregung kann über den Fußboden erfolgen, aber auch über eine unsachgemäße Abdichtung einer Welle oder Rohrleitung. In praktischen Anwendungsfällen kommt es immer wieder vor, dass die Kabinenwände mit geringem Abstand zu den Schallerzeugern aufgestellt werden müssen. Dies kann unter Umständen zu Verlusten hinsichtlich des Einfügungsdämmmaßes führen.

$$\frac{d}{d_0} \geq \frac{2 \cdot 10^4}{\frac{m''}{m'_0} \left(\frac{f}{f_0} \right)^2}$$

D = Breite des Zwischenraumes zwischen der Maschine und der Kapselaußenseite

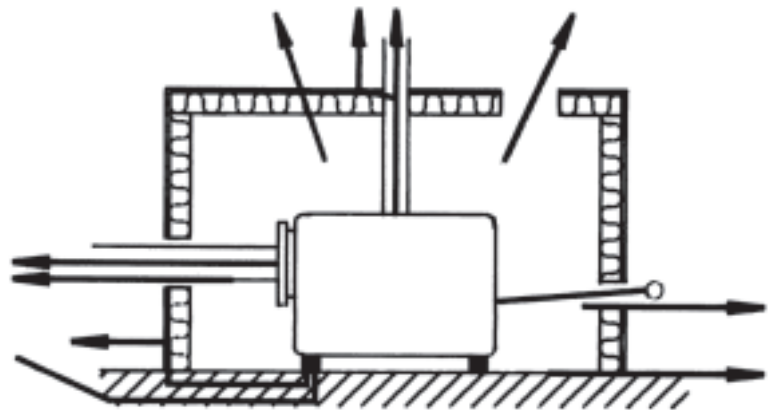
$d_0 = 1 \text{ m}$

m'' = flächenbezogene Masse der Außenseite kg/m^2

$m'_0 = 1 \text{ kg/m}^2$

f = tiefste Frequenz, bei der ein Schalldämmmaß erforderlich ist in Hz

$f_0 = 1 \text{ Hz}$



Näherungsweise verhält sich das Einfügungsdämm-Maß D_w , einer vollständig abgedichteten Kapsel, zum Schalldämm-Maß R wie

$$D_w \approx R + 10 \lg(\alpha) \text{ dB}$$

α = mittlerer Absorptionsgrad der Kapselinnenseite

Lärminderung durch Kapselung

Be- und Entlüftung einer Kapsel

Jede gute Lärmschutzkapsel ist auf Grund ihrer dichten Bauart und ihres Wandaufbaus ein guter Wärmeisolator. Die freie Wärmeabstrahlung wie vor der Einkapselung ist nicht mehr gegeben. Um einen zwangsläufigen Wärmestau zu verhindern, ist es in der Regel erforderlich, ein Be- und Entlüftungssystem zu installieren, das zum einen die Wärmeabfuhr gewährleistet und zum anderen die erforderliche Einfügdämmung nicht in Frage stellt. Hierzu ist die Verlustwärme der Maschine festzustellen. Das zur Verfügung stehende Kühlmedium, in der Regel die Umgebungsluft, muss auf ihre Temperatur definiert werden (sommerliche Temperaturen sind zu berücksichtigen). Mit nachfolgender Formel und o. g. Daten kann man überschlägig den erforderlichen Kühlluftstrom ermitteln.

$$V_L = \frac{2756 \cdot P_v}{\Delta_t} \text{ in } \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

V_L = erforderliche Kühlluftmenge [m³/h]
 P_v = umgesetzte Verlustleistung [kW]
 Δ_t = Kühllufterwärmung [K]

Schalldämpferbestimmung

Entsprechend der Pieningschen Formel ist das Durchgangsdämm-Maß eines einfachen Absorptionsschalldämpfers überschlägig nach folgender Formel zu bestimmen:

$$D_d \approx 1,5 \cdot \frac{U}{F} \cdot \alpha \cdot l \text{ in dB}$$

D_d = Durchgangsdämm-Maß
 U = Dämpferumfang
 A = Dämpferquerschnitt
 l = Dämpferlänge
 α = Schallabsorptionsvermögen des Dämpfers

Die Formel verliert ihre Gültigkeit, wenn der Abstand der absorbierenden Flächen größer bzw. die Dämpferlänge kleiner als die halbe Wellenlänge ist.

Gestaltung von Arbeitsplätzen z. B. in Lärmschutzkabinen

Arbeitsräume müssen eine Grundfläche von mindestens 8 m² haben. Räume dürfen als Arbeitsräume nur genutzt werden, wenn die lichte Höhe bei einer Grundfläche von
 < 50 m² mindestens 2,50 m
 > 50 m² mindestens 2,75 m
 > 100 m² mindestens 3,00 m
 > 2000 m² mindestens 3,25 m beträgt. Bei Räumen mit Schrägdecke darf die lichte Höhe im Bereich von Arbeitsplätzen und Verkehrswegen an keiner Stelle 2,50 m unterschreiten.

Luftraum

In Arbeitsräumen muß für jeden ständig anwesenden Arbeitnehmer als Mindestluftraum zu Verfügung stehen:
 12 m³ bei überwiegend sitzender Tätigkeit,
 15 m³ bei überwiegend nicht sitzender Tätigkeit,
 18 m³ bei schwerer körperlicher Arbeit.
 Der Mindestluftraum darf durch Betriebseinrichtungen nicht verringert werden. Wenn sich in Arbeitsräumen mit natürlicher Lüftung neben den ständig anwesenden Arbeitnehmern auch andere Personen nicht nur vorübergehend aufhalten, ist für jede zusätzliche Person ein Mindestluftraum von 10 m³ vorzusehen.

Belüftung von Arbeitsplätzen

Es wird nach folgendem System der freien Lüftung unterschieden (Bezugsfläche: 6 m² je Arbeitnehmer)

A Einseitige Lüftung mit Öffnungen in einer Außenwand (Zu- und Abluftöffnungen).

Gemeinsame Öffnungen sind zulässig. Abluftquerschnitte sind zu addieren.

Angenommene Luftgeschwindigkeit im Querschnitt 0,08 m/s.

B Querlüftungen mit Öffnungen in gegenüberliegenden Außenwänden oder in einer Außenwand und in der Dachfläche. Angenommene Luftgeschwindigkeit im Querschnitt 0,14 m/s.

C Querlüftung mit Öffnung in einer Außenwand und bei gegenüberliegendem Schacht (Schachtlüftung).

Die angegebenen Querschnitte beziehen sich auf einen Schacht von 80 cm freiem Querschnitt und 4 m Höhe. Von der Höhe sind 3 m gegen Auskühlung geschützt. Angenommene Luftgeschwindigkeit im Querschnitt 0,21 m/s. Räume werden nach der in Ihnen verrichteten Tätigkeit nach Raumgruppen unterschieden.

Raumgruppe A:

Arbeitsräume mit Arbeitsplätzen für überwiegend sitzende Tätigkeit.

Raumgruppe B:

Arbeitsräume mit Arbeitsplätzen für überwiegend nicht sitzende Tätigkeit, Verkaufsräume oder vergleichbare Räume.

Raumgruppe C:

Arbeitsräume mit Arbeitsplätzen für überwiegend nicht sitzende Tätigkeit, wobei im Raum betriebsbedingt mit starker Geruchsbelästigung zu rechnen ist, oder bei schwerer körperlicher Arbeit.

Lärminderung durch Kapselung

Es müssen mindestens die Lüftungsquerschnitte nach folgender Tabelle vorhanden sein: Eine Verringerung der Lüftungsquerschnitte muss durch Verstellbarkeit möglich sein. Wird die freie Lüftung durch Einbau von Zuluft- oder Abluftventilatoren unterstützt, kann eine der Leistung der Ventilatoren entsprechende Verringerung der Lüftungsquerschnitte bis auf 50% zugelassen werden. Diese Lüftungssysteme sind beim Einsatz in Schallschutzanlagen, bezogen auf ihre freien Öffnungen, auf Einbußen im Dämmsystem zu überprüfen.

Lüftungstechnische Anlagen

Lüftungstechnische Anlagen sind erforderlich, wenn freie Lüftungen nicht möglich sind oder ein ausreichender Luftaustausch durch die freie Lüftung nicht sichergestellt ist. Für den Außenluftstrom gilt:

20 - 40 m ³ /h	pro Person bei überwiegend sitzender Tätigkeit
40 - 60 m ³ /h	pro Person bei überwiegend nicht sitzender Tätigkeit
über 65 m ³ /h	pro Person bei schwerer körperlicher Arbeit

Raumluftgeschwindigkeiten

Die Lüftungstechnischen Anlagen sind so auszulegen, dass an den Arbeitsplätzen keine unzumutbare Zugluft auftritt. Zuglufterscheinungen sind überwiegend von der Temperatur der Luft, der Luftgeschwindigkeit und der Art der Tätigkeit (Wärmeerzeugung durch körperliche Arbeit) abhängig. Bis zu einer Temperatur von 20° C tritt bei einer Luftgeschwindigkeit < 0,2 m/s üblicherweise keine Zugluft auf.

Raumtemperaturen in Arbeitsräumen

In Arbeitsräumen müssen die Raumtemperaturen mindestens betragen:

+ 19° C	bei überwiegend sitzender Tätigkeit
+ 17° C	bei überwiegend nicht sitzender Tätigkeit
+ 12° C	bei schwerer körperlicher Arbeit
+ 19° C	in Verkaufsräumen
+ 20° C	in Büroräumen
Die Raumtemperatur soll + 26° C nicht überschreiten.	

Sichtverbindungen bei Arbeitsplätzen nach außen

Die Sichtverbindung nach außen muss in Augenhöhe durch Fenster den Ausblick aus oder in den jeweiligen Raum ermöglichen. Die durchsichtigen Flächen der als Sichtverbindung vorgesehenen Fenster sollen mindestens betragen: Bei einer Raumtiefe bis 5 m 1,25 m² bei einer Raumtiefe von mehr als 5 m 1,5 m²

Lüftungsquerschnitte für freie Lüftung

System	Lichte Raumhöhe (II)	Maximal zulässige Raumtiefe bezogen auf lichte Raumhöhe, (II) [m] ³⁾	Zuluft- und gleichgroßer Abluftquerschnitt bezogen auf m ² Bodenfläche [cm ² /m ²] ²⁾		
			Raumgruppe A	Raumgruppe B	Raumgruppe C
I	bis 4 m	2,5 x H	200	350	500
II		5,0 x H ³⁾	120	200	300
III			80	140	200
IV	über 4 m		80	140	200

Tabelle aus Arbeitsstätten-Verordnung

Lärminderung durch Kapselung

Grobabschätzung von Beleuchtungseinrichtungen

Anhand der verwendeten Leistung der Beleuchtungskörper bzw. Lampen ist eine grobe Abschätzung der Beleuchtungsstärke möglich. Bei Verwendung von Leuchtstofflampen zeigt die nachstehende Aufstellung ungefähr, wie viel Watt pro m² Grundfläche eines Raumes installiert sein müssen, um die jeweils erforderliche Beleuchtungsstärke zu erhalten.

Bei Ausleuchten durch andere Lampenarten ist der nach der Aufstellung ermittelte Wert mit einem Faktor – wie nachfolgend aufgeführt – zu multiplizieren.

Lampenart	Faktor
Glühlampe	4
Halogen - Glühlampe	1,6
Leuchtstofflampe	1
Quecksilberdampf - Hochdruckleuchte	0,8
Indium - Amalgam - Leuchtstofflampe (3 - Banden - Lampe)	0,6
Natriumdampf - Hochdrucklampe	0,5
Halogen - Metaldampf - Lampe	0,5

Auszug aus der Tabelle für Nennbeleuchtungsstärken DIN 5035 Teil 2 in Lux

Bedienungsstände	200
Versand	200
Pausenräume	200
Büroräume	500
Großraumbüros	1000
Besprechungsräume	300
EDV - Räume	500
Messstände	300
Steuerbühnen	300
Prüf- und Kontrollplätze	500
Gussputzereien	200
Schlossereien	300
Klempnereien	300
Verkaufsräume	300
Kassenarbeitsplätze	500
Schaltanlagen	100
Montage elektronischer Bauteile	1500

Nennbeleuchtungsstärke in lx	Installierte Leistung in Watt/m ²		
	Leuchten ca. 2 m über zu beleuchtender Fläche	Leuchten ca. 3 m über zu beleuchtender Fläche	Leuchten ca. 4 m über zu beleuchtender Fläche
1000	50	60	64
750	38	45	48
500	25	30	32
300	15	17	19
200	10	11	13
100	5	6	6
50	3	3	4

Lärminderung durch Kapselung

Begriffe:

Schallschutzkapsel :

Eine Konstruktion, die eine Schallquelle (Maschine) umschließt und die ausgelegt wurde, um die Umwelt vor den Geräuschen dieser Schallquelle zu schützen.

Anmerkung:

Eine Schallschutzkapsel kann z. B. eine Konstruktion sein, die freistehend auf dem Boden endet oder die mehr oder weniger an der Maschine befestigt ist. (Bezüglich Schallschutzkapseln, die an der Maschine befestigt sind: Siehe Abschnitt 4.)

Schallschutzkabine:

Eine Konstruktion die Menschen vor Umgebungslärm schützt.

Schallleistungspegelminderung, D_w :

Die durch die Schallschutzkapsel erreichte Verringerung des Schallleistungspegels (in Terz- oder Oktavbändern). Sie wird in Dezibel angegeben.

A-bewertete

Schallleistungspegelminderung, D_{WA} :

Verringerung des A - bewerteten Schallleistungspegels durch die Schallschutzkapsel für das Spektrum der tatsächlichen Schallquelle. Sie wird in Dezibel angegeben.

Schalldruckpegelminderung, D_p :

Verringerung des Schalldruckpegels an einem festgelegten Punkt durch die Schallschutzkapsel (in Terz- oder Oktavbändern). Sie wird in Dezibel angegeben.

A-bewertete

Schalldruckpegelminderung, D_{pA} :

Verminderung des A - bewerteten Schalldruckpegels an einem festgelegten Punkt durch die Schallschutzkapsel für das Spektrum der tatsächlichen Schallquelle. Sie wird in Dezibel angegeben.

Schätzwert für die Schalldämmung der Kapsel,

D_{WAe} , D_{pAe} oder $D_{prA,e}$: Die für ein bestimmtes Geräuschspektrum aus einer nach dieser Norm gemessenen Größe D_w , D_p oder D_{pr} berechnete Schalleistung – oder Schalldruckpegelminderung. Sie wird in Dezibel angegeben.

Bewertete

Schallleistungspegelminderung,

$D_{W,w}$: Einzahlwert, nach dem in ISO 717-1 festgelegten Verfahren bestimmt. Das dort verwendete Schalldämm-Maß wird jedoch durch die Schallleistungspegelminderung D_w ersetzt. Sie wird in Dezibel angegeben.

Füllanteil, Φ .

Das Verhältnis des Volumens der Schallquelle in der Schallschutzkapsel zum Innenvolumen dieser Schallschutzkapsel. In Fällen, wo die Form der Schallquelle eine Berechnung ihres Volumens erschwert, kann das Volumen des Bezugsquaders nach ISO 3744 oder ISO 3746 verwendet werden.

Öffnungsanteil, Θ :

Das Verhältnis der Fläche aller Öffnungen der Schallschutzkapsel zur Gesamtinnenfläche der Schallschutzkapsel (einschließlich der Öffnungen).

ANMERKUNG:

Öffnungen, die mit einem hinreichend wirksamen Schalldämpfer versehen sind, werden bei der Bestimmung des Öffnungsanteils nicht mitgerechnet.

ANMERKUNG:

Der Kehrwert des Öffnungsanteils heißt Abdichtungsanteil ψ ($\psi = 1 / \Theta$).

Ein durchdachtes Produkt für effektive Schalldämmung

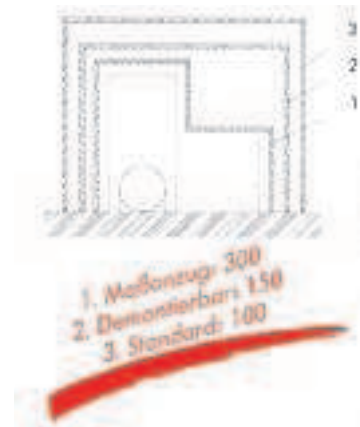
Das erprobte schalldämmende Paneel-System stellt das Gesamtbild des Arbeitsplatzes in den Vordergrund aller Planungen und Ausführungen. Form und Funktion werden bei den Maßnahmen so integriert, dass hohe Schallpegelminderungen auch in verschiedenen Umgebungen erreicht werden können, ohne die Betriebsabläufe besonders zu behindern. Schnell und einfach erhält man zusätzlich zum Schallschutz Verbesserungen der Luft und Klimabedingungen. Die Schalldämm-Paneele sind Bausteine in einem System, das enorm viele Konstruktionsmöglichkeiten bietet. Es werden alle Varianten von Schallschutzlösungen mit diesen Modulen, von kleinen einfachen Schirmwänden bis zu komplexen Kapseln, gefertigt.



Die Elemente des Modulsystems werden in Sandwichkonstruktion hergestellt:

- der schallabsorbierende Kern besteht aus nicht brennbarer Steinwolle, die mit dem Stahlblech verklebt ist,
 - die schalldämmenden Deckschichten bestehen aus verzinktem Stahlblech, das nach Wahl lackiert oder mit farbigem Kunststoff beschichtet werden kann.
- Die Konstruktion ist schalldicht, und entspricht allen im Markt gestellten Anforderungen. Das komplette System ermöglicht die Konstruktionen in den Einsatzbereichen wie z. B.:

- Maschinenkapselungen
- Teilkapselungen
- Maschinenschutzverkleidungen
- Meisterbüros und Ruheräume in Lärmzonen
- Steuerstände
- Schirm- und Trennwände, fest oder fahrbar



Die Paneelelemente werden durch Kombinationen von Türen und Fenstern ergänzt. Zu- und Abluftsysteme vervollständigen das Kabinenprogramm.



Kabinenwandaufbau

- A. Einschalig (z.B. 50 mm)
- B. Einschalig mit hoher Dämmung und besonderem Aufwand bei Fugen, Türen, Fenstern, Durchbrüchen etc. (z.B. 100 mm)
- C. Doppelschalig (z. B. 2 x 50 mm)

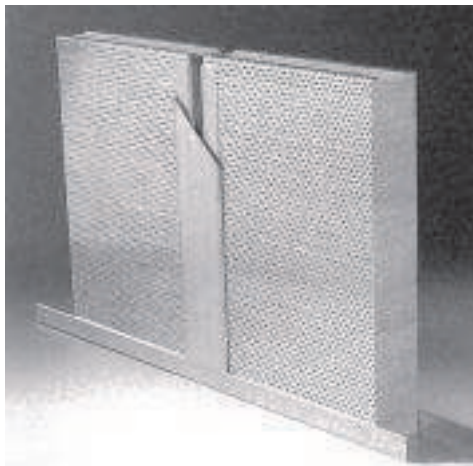
Kabinensysteme

Ein durchdachtes Produkt für effektive Schalldämmung

Technische Information

Die Gesamtdicke $s = 50$, oder 100 mm, Abmessungen siehe Tabelle

Gewichte für Dicke s in mm	50	100
Paneele, UP unperforiert: kg/ m ²	18,8	28,3
Paneele, EP eins. Perfor.: kg/ m ²	17,0	26,4
Paneele, BP beids. Perfor.: kg/ m ²	15,3	24,6



Einsatztemperatur max. 150° C, k-Wert 0,7 W/ m 2° C; für $s=50$ mm

Ausführungsarten/Preisindex

1. Maßgeschneiderte Kapsel, eng an die Maschinenkontur angepasst, mit Klappen, Bedienungsöffnungen etc.
2. Demontierbare Kapselung, eng an die Maschine angepasst, Verwendung von Standardelementen
3. Einhausung mit festen Wandelementen unter Verwendung von Standardabmessungen aus einer nichtbrennbaren Steinwolle mit einem Raumgewicht von 170 kg/m³; die Deckschichten sind aus 0,7 mm verzinkten Stahlblechen, auf Wunsch kunststoffbe-schichtet oder auch lackiert nach RAL.

Sonderausführungen

Sonderkonstruktionen mit besonders belastbaren Decken sind möglich.

Schallabsorption

Die Schallabsorption α_s ist frequenzabhängig und mindert den Reflexionspegel im Innern der Kabine. Je höher der Absorptionsfaktor, desto besser die Pegelreduzierung.

Schalldämmung, Schalldämm-Maß R_w

Das Schalldämm-Maß R_w beschreibt welche Dämmwerte, frequenzunabhängig, mit den verschiedenen Wandelementen erreicht werden können.

Einfügungsdämmung

Die Einfügungsdämmung beschreibt die Differenz vor und nach der Maßnahme und weicht vom Schalldämmmaß ab.

Je nach Einsatzbedingungen sind Pegelminderungen von 15-25 dB immer erreichbar. Für 2-schalige Bauweise sind Einfügungsdämmwerte über 30 dB möglich. Die genaue Berechnung der Schalldämmwirkung für eine Kapsel muss deshalb im Einzelfall durchgeführt werden. Grundlage hierfür ist die VDI 2711. Undichtigkeiten und Öffnungen verdienen besondere Beachtung, da sie entscheidend die Wirkung einer Maßnahme beeinflussen.

Schallabsorptionsgrad α_s Paneele

F in Hz	125	250	500	1000	2000	4000
für $s = 50$ mm	0,3	0,73	0,99	1,05	0,98	0,91
für $s = 100$ mm	0,45	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00

(Absorptionsfaktor des einseitig perforierten Wandelementes (EP), (609)

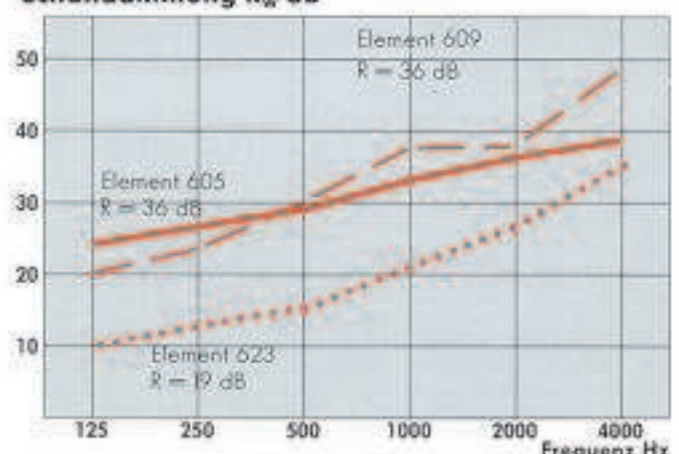
$s = 50$ mm

Schalldämm-Maß R_w für UP:	= 33 dB
Schalldämm-Maß R_w für EP:	= 35 dB
Schalldämm-Maß R_w für BP:	= 20 dB
Schalldämm-Maß R_w für EP + UP:	= 54 dB
(2-schalig)	

$s = 100$ mm

Schalldämm-Maß R_w für UP:	= 35 dB
Schalldämm-Maß R_w für EP:	= 37 dB
Schalldämm-Maß R_w für BP:	= 29 dB

Schalldämmung R_w dB



605 UP, unperforiert beide Seiten
609 EP, einseitig perforiert, 23%
623 BP, beidseitig perforiert 23%



Kabinensystem RSA 50 und RSA 80

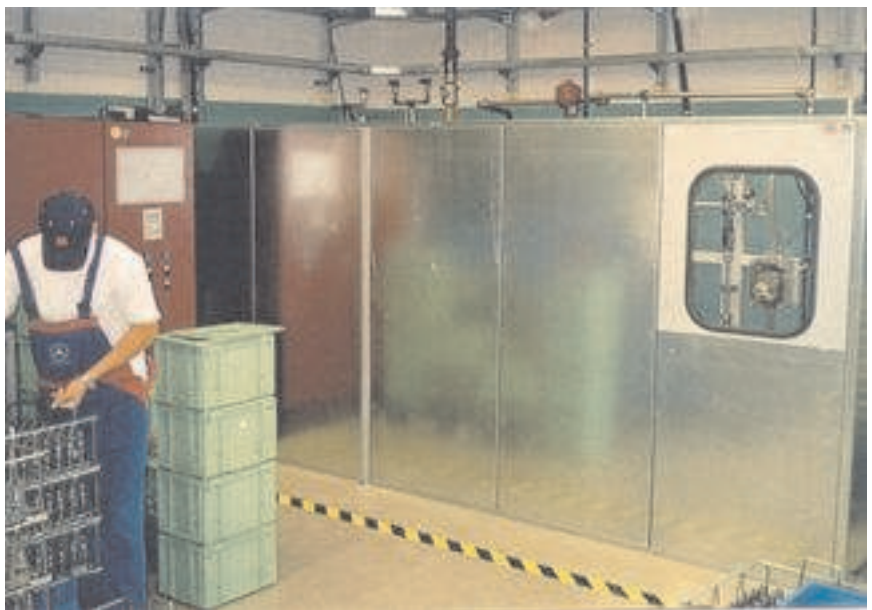
Kabinen nach den Lärmschutzsystemen RSA 50 und RSA 80 werden aus Einzelelementen mit außen verzinktem Stahlblech, innen verzinktem Lochblech und dazwischen liegendem hochabsorbierendem, nicht brennbarem Mineralwollkern gemäß DIN 4102 A2 mit Rieselschutz hergestellt.

RSA - Schallschutzelemente sind grundsätzlich selbsttragend. Soweit erforderlich, werden stabile Rahmen aus handelsüblichen Profilen als Schweiß- und/oder Schraub- Konstruktion vorgesehen.

Je nach Kundenwunsch werden auch hier Zusatzeinrichtungen so eingebaut, dass ein einwandfreier Funktionsablauf und eine uneingeschränkte Bedienung der gekapselten Maschinen möglich ist.

Alle Kabinen können in kranbarer Ausführung mit entsprechend stabilem Dachrahmen zur leichten Montage geliefert werden.

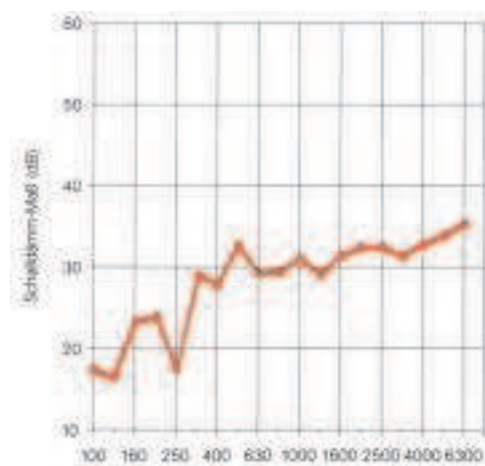
Die tatsächliche Schalldämmung resultiert aus dem Zusammenwirken sehr vieler Teile unterschiedlicher Schalldämmmaße. Das gilt insbesondere dann, wenn Fenster, Türen, Lüftungs- und Materialdurchführungen vorhanden sind. Im übrigen ist die erreichbare effektive Schallpegelminderung auch von dem Maß der vorhandenen Körperschalldämmung abhängig.



Lärmschutzkabinen für Pumpen [Pegelminderung 25 dB(A)]

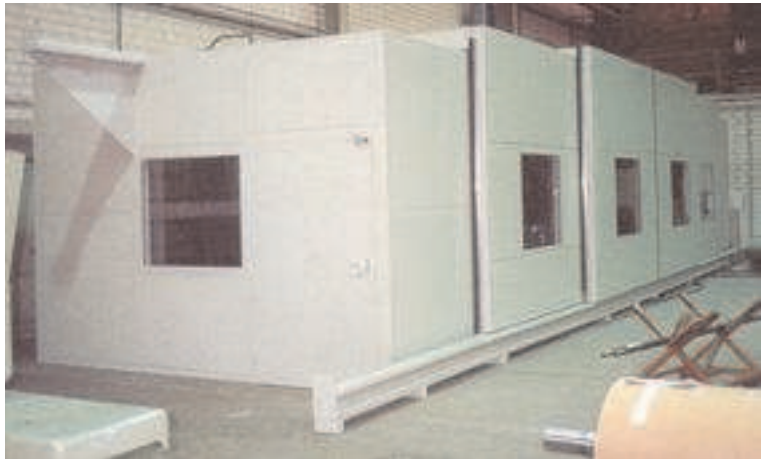


Luftschalldämmung nach DIN 52 210

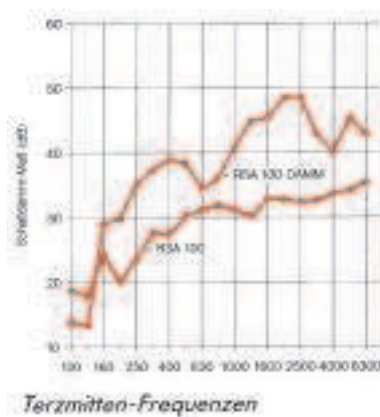


Kabinensystem RSA 100 und RSA 100 Dämm

Das Kabinensystem RSA 100 entspricht dem Aufbau der Systeme RSA 50 und RSA 80. Das Kabinensystem RSA 100 Dämm hat zur Erhöhung des Dämmwertes zusätzlich einen entkoppelten Dämmkern.



Luftschalldämmung nach
DIN 52 210/ RSA 80

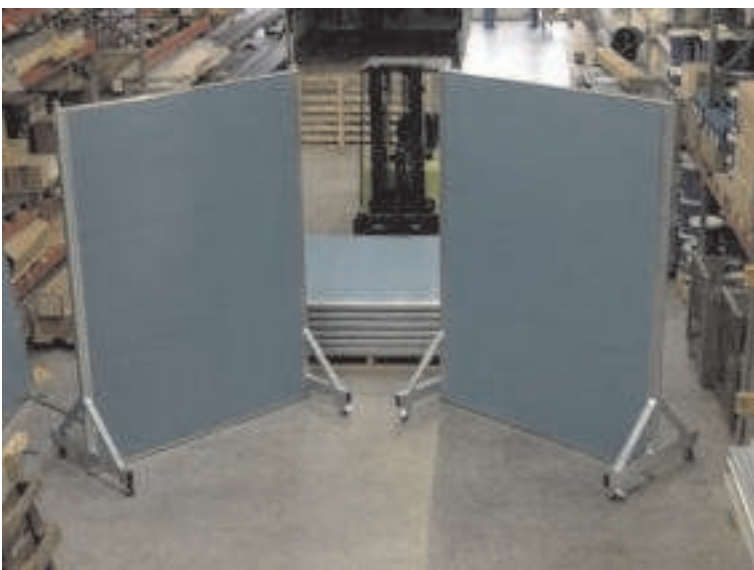


Die einfache und schnelle Lärmschutz- maßnahme

Die im Kabinenbau erprobten Paneel-Systeme oder auch RSA-Systeme eignen sich hervorragend für den Trennwandbau. Je nach akustischen Anforderungen können die Paneelen ein- oder beidseitig perforiert geliefert werden.



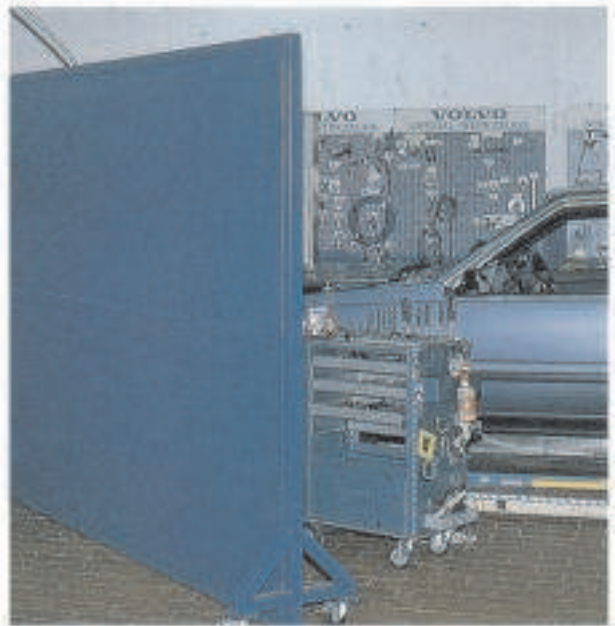
Trennwände aus unseren Paneelsystemen haben den Vorteil gegenüber massiven Bauteilen, dass sie jederzeit ohne großen Aufwand und Platzbedarf montiert oder demontiert werden können. Türen und Fenster bzw. Rohrdurchbrüche lassen sich jederzeit analog des Kabinensystems integrieren. Die akustische Wirksamkeit kann durch zusätzliche Installation von Decken- bzw. Wandabsorbern erhöht werden.



Trennwände

Die Schallschirme können ein- oder beidseitig perforiert geliefert werden und haben den gleichen Wandaufbau wie die Kapsel-Elemente. Aus diesem System lassen sich hervorragende technische Lösungen von festen bzw. fahrbaren Trennwänden und Schallschutzschirmen herstellen. Da Schallschirme und Trennwände auf dem Boden aufgestellt werden, sorgen Fußstützen für die Standsicherheit.

Schallschutzschirme und -wände für den industriellen Einsatz

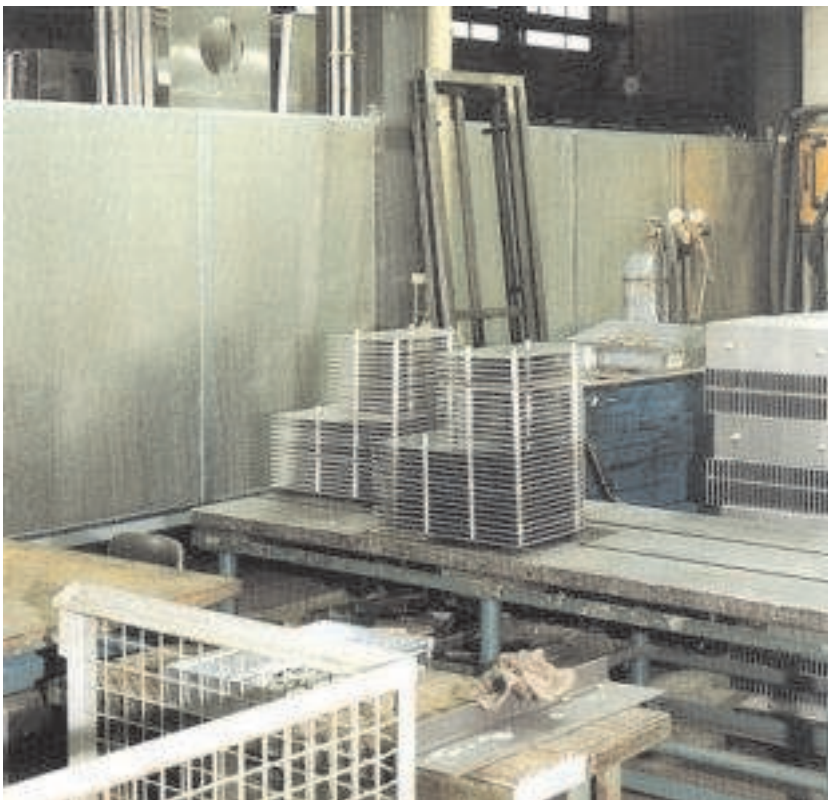


Schallschutzschirm in Autofabrikstatt

Effektive Höhe H in m	Reduzierung des Schallpegels in dB	
	Abstand 5 m	Abstand 10 m
1	6 - 10	4 - 8
3	8 - 12	5 - 9
5	9 - 13	7 - 11

Ca. erreichbare Pegelminderung je nach Anordnung sowie Raumausstattung.

*Abstand Quelle - Schirm = 1,5 m, Schirmbreite mindestens 5 x effektive Höhe
Frequenzbereich: 250 bis 2000 Hz*



Die Ausführung mit unterschiedlichen Verbindungsprofilen ermöglicht eine individuelle Anpassung an die örtlichen Gegebenheiten.

Die Schallschirme/Trennwände mindern den Direktschall zwischen Arbeitsplätzen und Lärmquellen.

Die Pegelminderung kann durch die Kombination von schallabsorbierenden Decken- und/oder Wandelementen wesentlich erhöht werden, so dass Lärmreduzierungen von 4 bis 12 dB erreicht werden können.

Vorhang-Systeme für Schalldämm-Maßnahmen

Streifenvorhänge bieten sich durch die hohe Flexibilität und Formenvielfalt für Raumabtrennungen an. Sie sind preiswert und können schnell montiert werden. Streifenvorhänge leisten hohe Schalldämmwerte; in der Praxis können bei einem maßgenauen Einbau Schalldämmwerte bis zu 12 dB erreicht werden. Die PVC-Lamellen sind in verschiedenen Breiten, Stärken mit unterschiedlichen Überlappungen lieferbar.

Die Befestigungsteile sind korrosionsschutz. Die transparenten Vorhänge können im Temperaturbereich von -30° bis $+60^{\circ}$ C eingesetzt werden, in Sonderqualitäten auch bis -45° C. Verschlossene, verkratze oder beschädigte Lamellen können problemlos gegen neue ersetzt werden.



Streifenvorhang als Raumtrennung

Es bieten sich vielfältige Einsatzgebiete an: z. B. als Raum- und Arbeitsplatzabtrennung in kabinenähnlicher Bauweise mit schallabsorbierendem Deckenteil oder in Durchgängen und Durchfahrten.

Für Schleif- und Schweißarbeitsplätze können bei gleicher Unterkonstruktion Lamellen mit verschiedenen Lichtschutzstufen eingesetzt werden.



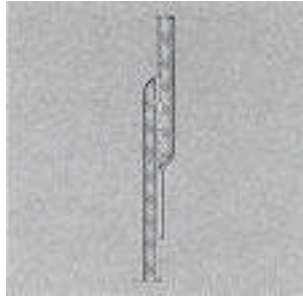
Streifenvorhänge ergänzen raumakustische Maßnahmen



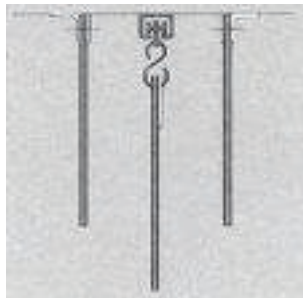
Streifenvorhang in Kabinenbauweise

Vorhänge

Wir liefern Rollenware, Befestigungselemente und komplette, montagefertige Systemlösungen.



Mit Klebstoff aneinandergefügte Vorhangbahnen



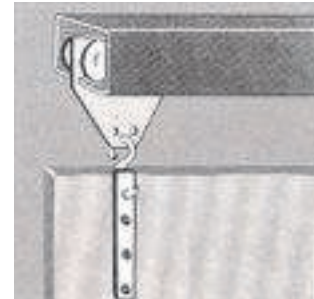
Verschiebbarer Vorhang mit Schallfallen



Starrer Vorhang

Befestigungsmöglichkeiten

Es bietet sich eine Vielzahl an Befestigungs- und Konstruktionsmöglichkeiten an:



Verschiebbarer Vorhang

Eine vielseitige und kostengünstige Alternative zu den festen Schallschutzkabinen und Abtrennungen sind die Schallschutzhänge. Sie bestehen aus flexiblen Materialien, wie z. B. aus Kunststoffen, Gummi usw. Die Qualitäten sind in aller Regel mit sogenanntem Schwergut gefüllt, so dass sie bei geringer Stärke ein hohes Flächengewicht aufweisen. Die Schalldämmfolien werden in Rollen geliefert. Die erforderlichen Abmessungen und Ausschnitte werden durch schneiden mittels Messer oder Schere angepasst. Größere Abmessungen können durch Konfektionierung hergestellt werden. Mit Hilfe dieser Schutzvorhänge können Schalldämmwerte bis ca. 12 dB erzielt werden.



Trennung Karosseriebau

Klebstoffe

Klebstoffe für Schaumstoff-Akustikplatten,

Dispersionskleber, pastös lösungsmittelfrei
Dieser Klebstoff wird mit einem Zahnpachtel einseitig aufgetragen. Die Verarbeitungszeit beträgt ca. 5 – 10 Minuten nach Auftrag. Die Aushärtung ist nach ca. 24 Stunden abgeschlossen.

Vorteil: die anzubringenden Platten können noch kurzzeitig positioniert werden. Geeignet für saugfähigen Untergrund, z. B. Holz, Mauerwerk, Gipskarton usw.

Verbrauch: ca. 800 – 1000 g/m²

Kontaktkleber, lösungsmittelhaltig
Dieser Klebstoff wird mit Pinsel, Rakel, Lammfellrolle oder im Spritzverfahren aufgebracht. Nach beidseitigem Auftrag und kurzer Abluftzeit werden die beiden Klebeflächen fixiert und durch Druck zusammengefügt. Geeignet für saugfähige und nicht saugfähige Untergründe, wie z. B. Blech, Kunststoff, lackierte Flächen, Glas, keramische Platten usw.

Verbrauch: ca. 400 – 500 g/m²

Polyurethan-Klebstoffe, einkomponentig
Diese Klebstoffe werden meist in Form von Kartuschen oder Beuteln geliefert. Die Verarbeitung erfolgt mit Hilfe von Handkartuschenpressen oder Druckluftpistolen. Dieser Kleber ist für fast alle Untergründe geeignet.

Verbrauch: ca. 200 - 300 g/m²



Kleberempfehlung



Untergrund säubern



Kleberauftrag mit Glattkelle und Zahnspachtel

Verklebeanleitung illsonic- Schallschutz- Platten



Schneiden der Platte mit scharfem Messer



Verkleben mit aneinander stoßenden Seiten

Benötigtes Werkzeug

Sie benötigen lediglich eine Glattkelle und einen Zahnspachtel zum Auftragen des Klebers. Müssen die Platten passend geschnitten werden, empfiehlt sich ein scharfes Messer mit einer langen Klinge, bei Polyurethan-Platten ein Elektromesser. Beim Verkleben der illtec-Platten sollten Handschuhe getragen werden, um Verschmutzungen der weißen Platten zu vermeiden.

Vorarbeiten

Der Untergrund, auf dem die Platten verklebt werden sollen, ist von groben Verschmutzungen, Unebenheiten und losen Putzteilen zu befreien. Zur Verfestigung des Untergrundes empfiehlt sich eine Vorbehandlung mit Tiefengrund oder verdünntem Klebstoff.

Der richtige Kleber

Für die Verklebung der illsonic-Schallschutz-Platten aus illtec oder Polyurethan können grundsätzlich handelsübliche Dispersions- bzw. Kontaktkleber verwendet werden. Das in Dispersionsklebern enthaltene Wasser kann zu Maßveränderungen bei illsonic-Platten führen. Es ist darauf zu achten, dass die Kleber sorgfältig nach den Vorschriften des Kleberherstellers zu verarbeiten sind. Die lösungsmittelhaltigen Kontaktkleber können bei den Polyurethan-Platten zu zeitlich begrenztem Quellen führen.

Verklebung

Der Dispersionskleber wird mit einer Glattkelle auf den Untergrund aufgetragen. Bei den Polyurethan-Platten können Sie den Kleber auch direkt auf die Platte geben. Den Kleber mit dem Spachtel grob zahn. Die Platte wird durch Andrücken auf dem Untergrund fixiert. Kontaktkleber werden gespritzt oder gerakelt. Beim Auftragen auf die illsonic-Platte keinesfalls zuviel Kleber auftragen. Lassen Sie den Kleber sorgfältig und lange genug nach den Vorschriften des Herstellers ablüften.

Ein paar Tipps

Achten Sie beim Verkleben von illsonic-Waffeln darauf, dass die Plattenpaare zusammenhängend verarbeitet werden. Klappen Sie das Paar auseinander und verkleben Sie die Platten mit den aneinander stoßenden Seiten.

Die Eignung von Klebstoffen für Ihren speziellen Anwendungszweck muss grundsätzlich – auch im Hinblick auf Verarbeitungstechnik, die Eigenschaften des zu verklebenden Materials sowie des Untergrundes – durch praxisbezogene Versuch erprobt werden.

Klebeanleitung illsonic- Schallschutz- Platten

Besonderheiten der illtec-Platten

Illtec ist bedingt durch seine weiße Grundfarbe empfindlicher als Polyurethan. Sauberkeit bei der Verarbeitung wird dringend empfohlen. Ebenso raten wir von einem Einsatz ab, bei dem die Platten einer Verschmutzung ausgesetzt sind. Das ist auch dort der Fall, wo Luft die Platten durchdringt. In der feinen Porenstruktur sammelt sich der in der Luft enthaltene Schmutz, der sich nicht wieder entfernen lässt. Eine einwandfreie Optik erhalten Sie, wenn Sie die illtec-Platten mit einer Schattenfuge von mindestens 10 mm Breite verlegen.

Farben

Die Materialfarbe ist weiß (Polyurethan anthrazit). Im Lagerprogramm sind die Brandschutzfarben reinweiß und lichtgrau nach RAL (bei Polyurethan weißgrau). Andere RAL-Farben sind auf Anfrage als Sonderfarbe lieferbar. Eine vorherige Farbbemusterung ist ratsam. Durch unterschiedliche Porenstrukturen des Ausgangsmaterials sind Farbabweichungen besonders bei den mit BSF beschichteten Platten unvermeidbar und kein Reklamationsgrund.



Verklebung akustik waffel in einer Maschinenhalle

Wir unterstützen Sie gerne

Nutzen Sie das über Jahrzehnte gereifte und ständig verbesserte know-how der Akustik-Fachberater. Bei Fragen zur Verklebung der illsonic-Platten helfen wir Ihnen jederzeit gerne weiter.



Literatur und Bildnachweis

Literaturverzeichnis

Kurze, G.
Physik und Technik der Lärmbekämpfung
Verlag G. Braun, Karlsruhe VBG 121 (UVV
Lärm) Berufsgenossenschaften

Schmidt, H.
Schalltechnisches Taschenbuch
VDI Verlag

Arbeitsstätten
Vorschriften und Richtlinien 1989
Schriftenreihe der Bundesanstalt für
Arbeitsschutz

Rieländer, M.M. Reallexikon der Akustik,
Verlag Erwin Bochinsky, Frankfurt

Lärmschutz-Arbeitsblatt LSA 02-234
Hauptverband der gewerblichen
Berufsgenossenschaften

Continental, Hannover Schwingmetall-
Katalog

H. Gahlau u. a. Geräuschminderung durch
Werkstoffe und Systeme Expert Verlag

Christ/ Fischer Lärminderung an
Arbeitsplätzen
Erich Schmidt Verlag

Lärminderung durch raumakustische
Maßnahmen
Zentralstelle für Sicherungstechnik des
Landes Nordrhein-Westfalen

Richtlinien und Normen

VDI-Richtlinien

VDI 2062 Bl.1	1.76	Schwingungsisolierung; Begriffe und Methoden
VDI 2062 BL2	1.76	Schwingungsisolierung; Isolierelemente
VDI 2567	9.71	Schallschutz durch Schalldämpfer
VDI 2571	8.76	Schallabstrahlung von Industriebauten
VDI 2711	6.78	Schallschutz durch Kapselung
VDI 2720 BL1	3.97	Schallschutz durch Abschirmung im Freien
VDI 2720 B1.2	4.83	Schallschutz durch Abschirmung in Räumen
VDI 2720 B1.3	2.83	Schallschutz durch Abschirmung im Nahfeld; teilweise Umschließung
VDI 3727 BL1	2.84	Schallschutz durch Körperschalldämpfung; Physikalische Grundlagen und Abschätzungsverfahren
VDI 3727 BL2	11.84	Schallschutz durch Körperschalldämpfung; Anwendungshinweise
VDI 3760	02.96	Berechnung und Messung der Schallausbreitung in Arbeitsräumen

DIN-Normen

DIN 1320	6/97	Akustische Grundbegriffe
DIN 1332	10/69	Akustische Formelzeichen
DIN 4102-1	05/98	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
DIN 4150 T1	6/01	Erschütterungen im Bauwesen; Grundsätze, Vorermittlung und Messung von Schwingungsgrößen
DIN 4150 T2	6/99	Erschütterungen im Bauwesen; Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden
DIN 4150 T3	2/99	Erschütterungen im Bauwesen; Einwirkungen auf bauliche Anlagen
DIN 45630 T1	12/71	Grundlagen der Schallmessung; Physikalische und subjektive Größen von Schall
DIN 45630 T2	9/67	Grundlagen der Schallmessung; Normalkurven gleicher Lautstärkepegel
DIN 45635 B 1,	02/79	Geräuschmessung an Maschinen; Luftschallmessung, Hüllflächen-Verfahren, Formblatt für Messbericht (Messprotokoll) für Hüllflächen-Verfahren
DIN 45635 B 2,	12/77	Geräuschmessung an Maschinen; Erläuterungen zu den Geräuschemissions-Kenngrößen
DIN 45641	6/90	Mittelungspegel und Beurteilungspegel zeitlich schwankender Schallvorgänge
DIN 45645 T1	7/96	Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen. Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft.
DIN 45645 T2	7/97	Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen; Geräuschimmissionen am Arbeitsplatz
DIN 45661	6/98	Schwingungsmessgeräte; Begriffe, Kenngrößen, Störgrößen
DIN 52210 T7	12/97	Bauakustische Prüfungen - Luft- und Trittschalldämmung: Bestimmung der Norm-Flankenpegeldifferenz im Prüfstand

Vorschriften

ArbStättV:
Verordnung über Arbeitsstätten des Bundesministers für Arbeit und Sozialordnung (Arbeitsstättenverordnung) vom Geltung ab: 5. 8.1983

Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) Vom 26. August 1998



DIN EN ISO 3740 03/01

Akustik - Bestimmung des Schalleistungspegels von Geräuschquellen - Leitlinien zur Anwendung der Grundnormen (ISO 3740:2000); Deutsche Fassung EN ISO 3740:2000

DIN EN ISO 9614-1 06/95

Akustik - Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen - Teil 1: Messungen an diskreten Punkten

DIN EN ISO 9614-2 12/96

Akustik - Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen - Teil 2: Messung mit kontinuierlicher Abtastung

DIN EN ISO 11200 07/96

Akustik - Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten - Leitlinien zur Anwendung der Grundnormen zur Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten

Richtlinien und Normen

DIN EN ISO 11204 07/96

Akustik - Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten - Messung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten; Verfahren mit

DIN EN ISO 11690-2 02/97

Akustik - Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten - Teil 2: Lärminderungsmaßnahmen

DIN EN ISO 717-1 01/97

Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 1: Luftschalldämmung

DIN EN ISO 3744 11/95

Akustik - Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene

DIN EN ISO 3744 11/95

Akustik - Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene

DIN EN ISO 3746 12/95

Akustik - Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene

DIN EN ISO 15667 07/01

Akustik - Leitfaden für den Schallschutz durch Kapseln und Kabinen

DIN EN ISO 11690-1 02/97

Akustik - Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten - Teil 1: Allgemeine Grundlagen

ISO/TR 11690-3 02/97 Akustik - Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten - Teil 3: Schallausbreitung und -vorausberechnung in Arbeitsstätten

ISO 1996-1 09/82 Akustik; Beschreibung und Messung von Umweltlärm; Teil 1: Grundeinheiten und Verfahren

ISO 1996-2 04/87 Akustik; Beschreibung und Messung von Umgebungsgeräuschen; Teil 2: Datenerfassung zur Flächennutzung

ISO 1999 01/90 Akustik; Bestimmung der berufsbedingten Lärmexposition und Einschätzung der lärmbedingten Hörschädigung

ILO 148/156:

Übereinkommen (Nr. 148) und ergänzende Empfehlung (Nr. 156) über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Berufsgefahren infolge von Luftverunreinigung, Lärm und Vibration an den Arbeitsplätzen, Genf 1977

Berufsgenossenschaftliche Vorschriften

BGV B3 UVV Lärm



Mathematische/ physikalische Zeichen

Vielfache und Teile der Einheiten (DIN 1301); griechisches Alphabet.

da Deko-	10^1	=	10 = Zehn
h Hekto-	10^2	=	100 = Hundert
K Kilo-	10^3	=	1 000 = Tausend (Tsd)
M Mega-	10^6	=	1 000 000 = 1 Million (Mio)
G Giga-	10^9	=	1 000 000 000 = 1 Milliarde (Mrd) (engl. Billion)
T Tera-	10^{12}	=	1 000 000 000 000 = 1 Billion (Bio) (engl. Trillion)
P Peta-	10^{15}	=	1 Billionarde (Brd) (engl. Quadrillion)
E Exa-	10^{18}	=	1 Trillion (Trio)
d Deci-	10^{-1}	=	10 ⁻¹ = 1
c Zenti-	10^{-2}	=	0,01
m Milli-	10^{-3}	=	0,001
μ Mikro-	10^{-6}	=	0,000 001
n Nano-	10^{-9}	=	0,000 000 001
p Piko-	10^{-12}	=	0,000 000 000 001
f Femto-	10^{-15}	=	
a Atto-	10^{-18}	=	

Griechisches Alphabet

A α Alpha	Z ζ Zeta	Λ λ Lambda	Π π Pi	Φ ϕ Phi
B β Beta	H η Eta	M μ My	P ρ Rho	X χ Chi
Γ γ Gamma	Θ θ Theta	N ν Ny	Σ σ Sigma	Ψ ψ Psi
Δ δ Delta	I ι Iota	Ξ ξ Xi	Υ τ Tau	Ω ω Omega
E ϵ Epsilon	K κ Kappa	O \omicron Omikron	Υ υ Ypsilon	

Physikalische Größen und Einheiten

A	Ampere	Einheit der elektrischen Stromstärke
1 at	technische Atmosphäre	$= 1 \text{ kp/cm}^2 = 0,98 \text{ bar}$
1 b	absolute Atmosphäre	$10^5 \text{ N/m}^2 = 1,02 \text{ kp/cm}^2$
oder bar		
Bark	Barkhausen	Einheit der Tongruppe
1 barye		$= 0,1 \text{ N/m}^2$
cent		Einheit der Tonstufe
1 cm	Zentimeter	$= 0,01 \text{ m}$
1 cps	cycles per second	$= 1 \text{ Hz}$
1 d	Tag	$= 1440 \text{ min} = 86400 \text{ s}$
dB	Dezibel	logarithmischer Verhältnisswert
dB(A)	Dezibel A	A-bewerteter log. Verhältnisswert (Schallpegel)
dB(B)	Dezibel B	B-bewerteter log. Verhältnisswert (Schallpegel)

dB(C)	Dezibel C	C-bewerteter log. Verhältnisswert (Schallpegel)
dB(D)	Dezibel D	D-bewerteter log. Verhältnisswert (Fluglärm)
dB(PN)	Dezibel PN	log. Verhältnisswert des Perceived Noise Level (früher PN-dB)
dB_{ref}...	Dezibel bezogen auf ...	log. Verhältnisswert bezogen auf ...
DIN-phon		frühere (DIN 5045) Einheit der DIN-Lautstärke
1 dyn		$= 1 \text{ g} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^{-2} = 10^{-5} \text{ N}$
1 erg		$= 1 \text{ dyn} \cdot \text{cm} = 10^{-7} \text{ W} \cdot \text{s}$
g	Gramm	$= 0,001 \text{ kg}$
1 g	Erdbeschleunigung	$= 9,81 \text{ m/s}^2$
1 Gal	Galilei	$= 1 \text{ cm/s}^2$
1 h	Stunde	$= 3600 \text{ s}$
1 Hz	Hertz	$= 1 \text{ Schwingung je Sekunde}$
ISO-Sone		durch ISO-Normung festgelegte Lautheitseinheit
1 J	Joule	$= 1 \text{ Nm} = 1 \text{ Ws}$
1 kcal	Kilokalorie	$= 427 \text{ kp} \cdot \text{m} = 4,19 \text{ kJ}$
kg	Kilogramm	Einheit der Masse
1 kHz	Kilohertz	$= 1000 \text{ Hz}$
1 kp	Kilopond	$= 9,81 \text{ N}$
1 kWh	Kilowattstunde	$= 860 \text{ kcal}$
m	Meter	Einheit der Länge
1 m²	Quadratmeter	$= 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}$
1 m³	Kubikmeter	$= 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}$
mel		Einheit der Tonhöhe
1 min	Minute	$= 60 \text{ s} = 0,0167 \text{ h}$
1 μ bar	Mikrobar	$= 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-2} = 0,1 \text{ N/m}^2$
1 N	Newton	$= 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
1 N/m²		$= 1 \text{ Pa} = 10 \mu \text{ bar} \approx 1 \cdot 10^{-5} \text{ kp/cm}^2$
Ney		Einheit der Noisiness
1 Ω	akustisches Ohm	$= 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-4} \cdot \text{s}^{-1} = 10^5 \text{ N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-5}$
1 Ω	mechanisches Ohm	Einheit des akustischen Widerstandes
1 Ω	elektrisches Ohm	$= 1 \text{ V/A}$ - Einheit des elektrischen Widerstandes
1 p	Pond	$= 0,00981 \text{ N}$
1 Pa	Pascal	$= 1 \text{ N/m}^2$
1 pol phon		Einheit der Schwingempfindungsstärke
PN dB		Einheit der Lautstärke
1 ps	pieze	frühere Schreibweise von dB (PN)
1 Rayl		$= 1 \text{ kN/m}^2$
s	Sekunde	$= 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} = 10 \text{ N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-3}$ - Einheit des Strömungswiderstandes
1 sn	stnw	Einheit der Zeit
1 t	Tonne	$= 1000 \text{ kg}$
V	Volt	Einheit der elektrischen Spannung
vibrar		Einheit des Schwingungsmaßes
1 W	Watt	$= 0,102 \text{ kp} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} = 0,86 \text{ kcal/h}$

Mathematische Größen und Zeichen (DIN 1302)

$\sqrt{\quad}$	Quadratwurzel aus $\sqrt{4} = 2$
$\sqrt[3]{\quad}$	Kubikwurzel aus $\sqrt[3]{27} = 3$
$ a $	Betrag von a, d. h. das Vorzeichen bleibt unberücksichtigt ($-5 = 5$)
\bar{a}	(a mit Strich) = zeitlicher Mittelwert von a
\hat{a}	(a mit Tilde) = Effektivwert von a
\dot{a}	(a mit Punkt) = $\frac{da}{dt}$ = Differentiation von a nach der Zeit t
$\int a$	(a mit Haken) = $a \cdot dt$ = Integration von a über die Zeit t oder Kleinstwert von a
\acute{a}	(a mit Dach) = Spitzenwert von a
\underline{E}	Unterstrichung: Gerichtete Größe (Vektor), die aus einem Real- und einem Imaginärteil besteht, z. B. $\underline{E} = E' + iE''$
i	$= \sqrt{-1}$ $i^2 = -1$ $i + i = i\sqrt{2} = 1,414$
π	$= 3,1415$ (Kreiszahl)
e	$= 2,7183$ (Basis des natürlichen Logarithmus)
$\lg N$	Logarithmus von N zur Basis 10 (Briggscher L. oder Zehner-L.)
$\ln N$	Logarithmus von N zur Basis e (natürlicher L. oder Napierscher L.)
$\log_2 N$	$= \lg N$
$\log_2 N$	$= 0,434 \cdot \lg N$
$\log_2 N$	$= 2,3 \cdot \lg N$
$\log_2 N$	$= 3,02 \cdot \lg N$
$\text{antlog } N$	$= 10^N$ = Numerus des Logarithmus von N
$\exp N$	$= e^N$
x^y	$= e^{y \cdot \ln x} = 10^{y \cdot \lg x}$
$\frac{z}{y}$	$= 10^{z \cdot \lg y}$

Stichwortverzeichnis

Lärmschutz von A - Z

Um Ihnen die Handhabung des Handbuches so einfach wie möglich zu gestalten, haben wir die wichtigsten Stichwörter alphabetisch aufgeführt. Sollten Sie noch weitere Fragen haben, rufen Sie uns einfach an.

A-Bewertung	1.4.8
Abhängigerprodukte	4.2.47 ff
Absorber	4.2.5
Absorption	1.3.4
-Theorie	4.1.1 ff
Allgemeine Informationen	1.1.1. ff
Äquivalenter Dauerschallpegel	1.4.11
Arbeitsstättenverordnung	1.4.1
Baffeln	4.2.4
Be-/Entlüftung einer Kapsel/Kabine	5.1.4
Beleuchtung von Arbeitsplätzen	5.1.5.1
Belüftung von Arbeitsplätzen	5.1.4
Beurteilungspegel	1.4.11
Bewertungskurve	1.4.7
Dämpfungsfolie	2.2.1
Dezibel	1.4.4
Direktschallfeld	1.4.8
Dispersionskleber	6.1.1
EG-Richtlinie (2003/10/EG)	1.4.3 ff
Elastische Lagerungen	3.1.2.1
Emission	7.2.1
Entdröhn-Produkte	2.2.1
Entdröhnung	2.1.1
Entlüftung einer Kapsel/Kabine	5.1.4
Fenster-Elemente	5.2.5
Fernfeld-Nahfeld	1.4.9
Folien/Pappe	2.2.1 + 4.3.1
Frequenz	1.3.2
Gebäudeisolierung	3.3.2
Geräusch	1.4.1 ff
Grundbegriffe	
-Raumakustik	4.1.1
-Schallschutz	1.4.4 ff
Gummi-Metall-Verbindungen	3.3.5
Hallradius	4.1.2
Hörbereich	1.4.4
Hörschwelle	1.4.4
Ilsonic	
-Produkte	4.2.1 ff
-Produkte-Übersicht	4.2.8
-Pyramide	4.2.3
-Waffel	4.2.1
Immission	1.4.4
Industrie-Trennwände	5.3.1
Kabinensysteme	5.0 ff
Kleberempfehlungen	6.1.1
-Sylomer-Produkte	3.2.1
Klebstoffe	3.3.4
Koinzidenzeffekt	1.4.9
Kombinationssysteme	2.2.2 + 4.3.1
Kontaktkleber	6.1.1
Kooperation Lärmschutz	1.1.1
Körperschalldämmung	1.3.2
-innerhalb von Gebäuden	3.3.1
-Theorie	3.1.1 ff
Körperschalldämpfung	1.3.1
-Theorie	2.1.1
Lärm	1.4.4
Lärmmesstechnik	1.1.3 + 1.4.3 ff
Lärminderung	
-durch Kabinensysteme	5.2.1 ff
-durch Kapselung-Theorie	5.1.1 ff
-durch Körperschalldämmung	3.2.1 ff
-durch Körperschalldämpfung	2.1.1 ff
-durch Trennwände	5.3.1 ff
-durch raumakustische Maßnahmen	4.1.1 ff
-durch Vorhänge	5.5.1 ff
Lautstärkenpegel	1.4.7
Leitfaden-Handbuch	1.2.1
Literaturhinweise	7.1.1
Luftschalldämmung	
-Theorie	5.1.1 ff
Luftschalldämpfung	
-Theorie	4.1.1 ff
Magnetfolie	2.3.1

Lärmschutz von A - Z

Massegesetz	5.1.1
Mathematische/physikalische Zeichen	7.3.1
Mehrschichtdämmmatten	4.3.1
Messgenauigkeit	1.4.11
Messgeräte	1.4.11
Messverfahren	4.1.3
Messwert	1.4.10
Montage des Paneelsystems	5.2.4
Nachhallzeit	4.1.1
Nahfeld-Fernfeld	1.4.9
Noppenschaum	2.2.2
Normalkurven gleicher Lautstärkenpegel	1.4.7
Normen und Richtlinien	7.2.1
Paneelen	5.2.1 ff
Pappe/Folien	2.1.1 + 4.3.1
Physikalische/mathematische Zeichen	7.3.1
Polyurethan	
-Elastomer	3.2.1 ff
-Kleber	6.1.1
Problemlösungen	1.3.1 ff
Profile/Kabinenbau	5.3.1
Pyramiden-Absorber	4.2.3
Raumakustik	4.1.1
Reflexion	
-Theorie	1.4.9
Richtlinien und Normen	7.2.1
RSA Paneel-System	5.2.5
Sabine'sche Nachhallzeitformel	4.1.2
Schall	1.4.4
Schallabsorptionsgrad	4.1.2
Schallausbreitungsminderung	4.1.3
Schalldämmung	1.4.9
Schalldämpferbestimmung	5.1.4
Schalldämpfung	1.4.9
Schalldruck	1.4.4
Schallleistungspegel	1.4.5
Schallminderung	
-durch Kabinensysteme	5.1.1
-durch Körperschalldämmung	3.1.1 ff
-durch Körperschalldämpfung	2.1.1 ff
-durch raumakustische Maßnahmen	4.1.1 ff
-durch Trennwände	5.3.1 ff
-durch Vorhänge	5.5.2 ff
Schallpegel	1.4.4
Schallschutz-Grundbegriffe	1.4.4 ff
Schallschutzschirme/-wände	5.4.1
Schmerzschwelle	1.4.4
Schwerschichtvorhänge	5.5.2
Schwingungsisolierung	3.1.1
Spritz- und Spachtelmasse	2.4.1
Stahlfederelemente	3.3.8
Stanz-/Schneideteile	
-Dämpfungsfolien	2.3.2
-Kombinationssysteme	2.2.2 + 4.3.1
-Pappen/Folien	2.2.1
-Sylomer	3.2.11
Stehwellenfeld	1.4.9
Stellwände	5.3.1
Streifenvorhänge	5.5.1 ff
Sylomer-Produkte	3.2.1 ff
Techn. Einführung Lärmschutz	1.4.1 ff
Testschallquelle	4.1.3
Theorie	
-Körperschalldämmung	3.1.1 ff
-Körperschalldämpfung	2.1.1 ff
-Luftschalldämmung	5.1.1 ff
-Luftschalldämpfung	4.1.1 ff
-Schallschutz allgemein	1.4.4 ff
Trennwände	5.3.1
Treppenisolierung	3.3.2
Türen-Elemente	5.2.5
UVV-Lärm VBG 121	1.4.1
Verhältnis der Schallstärken	1.4.6
Verklebeanleitung	6.1.2
Verlegeanleitung	6.1.2
Vorhänge	5.5.1 ff
Vorschriften	7.2.1
Waffel-Absorber	4.2.1
Zeitbasis	
-Fast	1.4.10
-Impulse	1.4.10
-Peak	1.4.11
-Slow	1.4.10