

Whitepaper



Grundlagen

Schwingungsdämpfung in der TGA



Inhalt

1. VibraTek® Schwingungsdämpfung für Geräte und Anlagen Vibrationen und die Folgen	3
Die häufigsten Quellen von Vibrationen in Gebäuden	4
Welche möglichen Folgen haben Vibrationen?	5
Unerwünschte Schwingungen reduzieren lohnt durch	6
Was gegen Schwingungen tun?	6
2. Vibrationen verhindern und beseitigen	7
Was sind Schwingungsdämpfer?	9
Mit welchen Materialien werden Schwingungen gedämpft?	10
Welche Rolle spielen die Form und Konstruktionsweise von Schwingungsdämpfern?	10
Auf den ersten Blick oft nicht sichtbar - Zusätzlicher Vorteil von Schwingungsdämpfern:	11
Schwingungsdämpfer Arten	11
Walraven-Schwingungsdämpfer	12
Stahlfederdämpfer 	12
Gummi-Metall-Dämpfer 	13
Nivellierbare Maschinenfüße 	13
Stahlfederhänger 	13
Schallschutzaufhänger 	13
Schwingungsdämpfer 	14
Antivibrationsplatten 	14
3. Den richtigen Schwingungs- und Federdämpfer in der Gebäudetechnik wählen	16
Auswahlhilfe	17
Erläuterung anhand eines Bemessungsbeispiels	19

1. VibraTek® Schwingungsdämpfung für Geräte und Anlagen

Menschen belästigen und gesundheitlich beeinträchtigen, empfindliche Anlagen stören und Gebäude beschädigen.

Solche Auswirkungen werden normalerweise nicht mit dem Wort „Schwingung“ in Verbindung gebracht. Wird allerdings das Wort „Vibration“ verwendet, sieht es oft anders aus. Da schwingt vor dem geistigen Auge dann schon Hör- oder Fühlbarkeit mit.



Vibrationen und die Folgen

In der einfachsten Form ist Vibration ein mechanisches Phänomen, bei dem Schwingungen um einen Gleichgewichtspunkt auftreten. Nicht immer unerwünscht, wie etwa bei Gitarrensaiten oder Lautsprechermembranen. Oft leisten mechanische Schwingungen auch nützliche Arbeit. So arbeiten Förderanlagen, Betonrüttler, oder Ultraschall-Reinigungsbäder mit absichtlich erzeugten Schwingungen.



Erzeugen aber Schwingungen etwa bei beweglichen und rotierenden Teilen von Maschinen ein Ungleichgewicht, sorgen sie für Probleme. Sie sind unerwünscht, wenn sie

- Energie verbrauchen,
- Schäden verursachen und
- ungewollte Geräusche erzeugen.

Typische Beispiele unerwünschter Vibrationen sind die Schwingungen von Motoren oder anderen mechanischen Geräten und Anlagen im Betrieb.

Die häufigsten Quellen von Vibrationen in Gebäuden

Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage, die fest mit Decke, Wand oder Dach verbunden sind, und Bauteile an oder in denen schwingungsverursachende Geräte angebracht sind wie Heizkessel mit Öl- oder Gasgebläsebrenner oder Wärmepumpen, bewegen sich und können Schäden an Geräten verursachen oder/und Körperschall übertragen. Dieses Geräusch kann sich weit ausbreiten und im gesamten Gebäude zu hören sein. Ebenso wie Geräte können auch Rohrleitungen, Leitungen und Kanäle Körperschall übertragen, wenn sie starr mit vibrierenden Geräten verbunden sind.

Sowohl Strömungsgeräusche als auch durch Aggregate verursachte Vibrationen werden über das Medium Flüssigkeit wie zum Beispiel Wasser im Rohrsystem verteilt und an den Rohrwandungen durch Befestigungselemente wie beispielsweise Rohrschellen oder Festpunkte auf den Baukörper übertragen.

In der Praxis sind Schwingungen kaum zu vermeiden. Sie entstehen meist aufgrund von

- Fertigungstoleranzen und Lagerspielen,
- rollenden oder gleitenden Berührungen zwischen Maschinenteilen und
- Unwuchten in rotierenden und pendelnden Bauteilen.

Es kommt häufig vor, dass schon kleine, unscheinbare Schwingungen Resonanzfrequenzen anderer Bauteile anregen und so zu starken Vibrationen und zusätzlicher Lärmentwicklung führen.

Welche möglichen Folgen haben Vibrationen?

Vibrationen können Probleme verursachen, die sowohl das Gebäude als auch seine Benutzer betreffen:

- verminderte Arbeitsfähigkeit, Müdigkeit und Kopfschmerzen bei Personen
- verringerte Arbeitssicherheit von Personen in der Nähe
- negative Auswirkungen auf die Bausubstanz
- erhöhter Wartungsbedarf
- verringerte Lebensdauer von Anlagen und Geräten
- fehlerhafter Betrieb von Anlagen und Geräten
- Störungen an in der Nähe aufgestellten Geräten und Instrumenten
- Verstoß gegen gesetzliche Anforderungen

Zusatzinformation

Störende Geräusche und Erschütterungen: Im Immissionsschutz werden Schwingungen von festen Körpern im Frequenzbereich von einem Hertz bis 80 Hertz als Erschütterungen bezeichnet. [Erschütterungen - LfU Bayern Erschütterungsschutz an und in Bauwerken und Vorgaben zur Minderung nach DIN 4150.](#)

Die „[Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung \(TRLV\)](#)“ (s. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin BAuA - [Regelwerk - Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung \(TRLV\) - Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin](#)) konkretisieren die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) hinsichtlich der Ermittlung und Bewertung von Gefährdungen durch Lärm und/oder Vibrationen, hinsichtlich der Messung von Lärm und Vibrationen sowie der Ableitung von geeigneten Schutzmaßnahmen.

Unerwünschte Schwingungen reduzieren lohnt durch

- verbesserte Produktqualität durch geringere Fertigungstoleranzen
- weniger Produktionsausschuss
- erhöhte Produktionsgeschwindigkeit
- weniger Wartungsaufwand
- verlangsamter Verschleiß von Bauteilen
- längere Lebensdauer von Maschinen und Anlagen
- weniger Schäden an Maschinen und Produkten
- verbesserte Arbeitsbedingungen
- höhere Arbeitssicherheit.

Was gegen Schwingungen tun?

Schwingungsdämpfer schwächen mechanische Schwingungen und Körperschall von Geräten, Maschinen und Anlagen ab.

Sie kommen bei einer Vielzahl industrieller Anwendungen zum Einsatz:

Art. Nr.	Angewandte Last		Federweg (mm)	U/min	Dämpfungswirkung bei störenden Vibrationen U (%)							
	[N]	[-kg]			500	800	1.000	1.200	1.500	2.000	2.500	
2800103000	500	51	2,0				19	26	26	47	52	
	600	61	2,4				40	56	55	80	94	
	800	82	3,2			22	31	26	35	42	50	
	1.000	102	4,0			46	71	82	89	94	98	
2800103700	1.250	127	1,7					40	59	64	91	
	1.500	153	2,0					19	33	26	87	
	1.750	179	2,3					37	54	29	88	
	3.000	306	4,0					71	82	80	98	
2800105000	2.250	231	2,8					47	68	82	91	
	2.500	259	2,8					53	71	83	91	
	2.750	282	3,0			12		57	24	85	82	
	5.000	510	4,0			46		71	82	89	94	
2800103800	5.500	561	2,8					62	71	83	91	
	6.000	612	3,0					57	24	85	82	
	7.000	714	3,5					37	54	29	88	
	8.000	815	4,0					46	71	82	89	

Das können zum Beispiel Motoren, Pumpen und Generatoren sein. Schwingungsdämpfer helfen aber nicht nur dabei, Vibrationen zu reduzieren, sie verringern auch den dadurch entstehenden Lärm. Typische Einsatzgebiete im SHK-Bereich sind:

- Industrieproduktion: Hier schützen vibrationsdämpfende Bauteile vor unerwünschten Eigenschwingungen von Maschinen und Geräten. Dazu gehören zum Beispiel Maschinenfüße.
- Heizungs- und Klimatechnik: Hier sorgen schwingungsdämpfende Komponenten wie Anti-Vibrationsfüße an Wärmepumpen und Klimaanlage für eine schwingungs- und geräuscharme Gerätefunktion.

Die VibraTek®-Lösungen von Walraven sind in verschiedensten Anwendungen einsetzbar. Im Film mehr dazu!



2. Vibrationen verhindern und beseitigen

Isolierung der Schwingungsquelle von der tragenden Struktur durch Verwendung elastischer Vorrichtungen wie Isolatoren ist normalerweise die effizienteste Methode zur Beseitigung von Vibrationen.

Vibroakustische Isolatoren müssen nach Möglichkeit direkt zwischen der Montagestruktur und dem Gerät, das unerwünschte Schwingungen erzeugt, angebracht werden. Die Isolatoren können dann bis zu 99 Prozent der vom Gerät erzeugten unerwünschten Schwingungen absorbieren.

Die Isolierung vibrierender Geräte von Baukörpern wie Wände oder Decken ist für eine Kontrolle der Vibrations- und Körperschallübertragung unerlässlich. Es gibt viele Arten von Isolatoren für Heizungs-, Lüftungs-, Klima- und Kältetechnik-Geräte (HLK-Geräte), die effektivste Auswahl für jedes einzelne Gerät sollte unbedingt berücksichtigt werden.

In der Praxis ist der Einsatz von Schwingungsdämpfern die einfachste Lösung, da selbst bei sorgfältig ausgewuchteten Maschinen Schwingungen nicht vollständig auszuschließen sind.

Die Behebung eines Geräusch- oder Schwingungsproblems kann weitaus kostspieliger sein, als das Problem vor der Installation anzugehen.

- Die Kosten einer Korrektur können
- die Zeit, die für eine Untersuchung benötigt wird,
 - Kosten für ein Nachrüstungsunternehmen und
 - mögliche Entschädigungszahlungen an Gebäudenutzer umfassen.

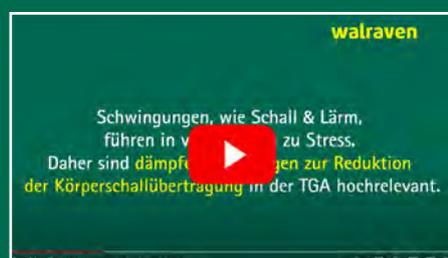
Daher heißt es, Schwingungs- und Lärmprobleme zu vermeiden, anstatt sie zu beheben.



Schwingungsdämpfer berechnen

Walraven bietet die technische Auslegung der Montagetechnik einschließlich der Schwingungsdämpfer und unterstützt bei Auswahl und Berechnung.

[Einfach das Formular ausfüllen](#) und technischen Support erhalten.



Was sind Schwingungsdämpfer?

Die auch als „Schwingungsisolatoren“ oder „elastische Lager“ bezeichneten Schwingungsdämpfer werden an Maschinen, Rohrleitungen und Kanälen befestigt, um die Vibrations- und Geräuschübertragung zu minimieren. Sie bestehen normalerweise aus Gummi oder Federn oder einer Kombination aus beidem und haben hervorragende stoßdämpfende und vibrationsdämpfende Eigenschaften.

Schwingungen lassen sich isolieren oder auf einen Bruchteil der ursprünglichen Stärke reduzieren, wenn Schwingungsisolatoren zwischen Gerät und tragender Struktur angebracht werden.

Arten von Schwingungsdämpfern:

- Passive Schwingungsdämpfer verwenden Materialien wie Gummi, Metallfedern oder viskoelastische Materialien, um Schwingungen zu absorbieren und zu reduzieren.
- Aktive Schwingungsdämpfer nutzen Sensoren und Aktuatoren (Bauelemente, die elektrische Signale in mechanische Bewegung oder andere physikalische Größen umsetzen), um in Echtzeit auf Schwingungen zu reagieren und diese zu kompensieren.
- Halbaktive Schwingungsdämpfer kombinieren passive und aktive Elemente zur Schwingungsminimierung.



Mit welchen Materialien werden Schwingungen gedämpft?

Als Werkstoffe haben sich heute Stahl und Gummi durchgesetzt. Stahlfedern sind gewöhnlich Spiral- und Blattfedern und bieten den Vorteil relativ hoher zulässiger Belastungen. Gummi besitzt gute elastische Formbarkeit und chemische Beständigkeit.

Welche Rolle spielen die Form und Konstruktionsweise von Schwingungsdämpfern?

Die Geometrie der Schwingungsdämpfer hat einen entscheidenden Einfluss auf das Dämpfungsergebnis. Zwei Produkte aus dem gleichen Material haben oftmals völlig unterschiedliche Eigenschaften. Auch scheinbar identisch aussehende Produkte können sehr verschieden in ihrer Leistung sein.

Vibrationsdämpfende Halterungen sind einfach zu installieren und in einer Vielzahl von Größen, Ausführungen und Belastbarkeiten erhältlich. Häufig werden sie als „elastische Lagerungen“ eingesetzt, wie zum Beispiel bei

- Klima- und Lüftungsanlagen
- Zentrifugen und Gebläsen
- Kompressoren
- Prüfständen und Messtischen
- Pumpaggregaten und Generatoren
- Press- und Stanzwerken.

Auf den ersten Blick oft nicht sichtbar – Zusätzlicher Vorteil von Schwingungsdämpfern:

- Die oftmals integrierten Nivellierungsmöglichkeiten kompensieren Bodenunebenheiten und -gefälle.



Schwingungsdämpfer Arten

In der Praxis gibt es die unterschiedlichsten Anforderungen an Schwingungsdämpfer hinsichtlich

- zur Verfügung stehendem Bauraum,
- Höhe, Richtung und Art der Belastung,
- Möglichkeiten der Befestigung und
- notwendiger Beständigkeit gegen Umwelteinflüsse.

Daraus abgeleitet gibt es Schwingungsdämpfer in vielen verschiedenen Bauformen, Größen, Ausführungen und Materialien für jede Art des praktischen Einsatzes, angefangen von einfachen Lagerungen mit Gummiplatten bis hin zu Speziallagerungen.

Aus der jeweiligen Anwendung heraus und im Zuge der schwingungstechnischen Auslegung ergeben sich besondere Anforderungen wie Nennlast, Lastrichtung, Federrate und Dämpfungsverhalten.



Grundsätzlich unterscheidet man zwischen:

- Gummipuffern mit und ohne Gewindeanschluss
- Stahlfederdämpfern
- Maschinenfüßen
- elastischen Lagern
- Antivibrationsmatten und
- Stoßdämpfern.

Bei dem großen Angebot unterschiedlichster Vibrationsdämpfer ist also vieles bei der Auswahl des richtigen Schwingungsdämpfers für den jeweiligen Anwendungsfall zu berücksichtigen.

Walraven-Schwingungsdämpfer

Hier eine Übersicht über die wichtigsten Arten von Schwingungsdämpfern, die Walraven anbietet, mit ihren Hauptanwendungen.

Stahlfederdämpfer

Stahlfederdämpfer werden hauptsächlich zur Dämpfung niederfrequenter Vibrationen auch für größere Lasten verwendet. Durch die Pulverbeschichtung eignen sie sich insbesondere auch für den Einsatz im Außenbereich. Dies umfasst Anwendungen wie Lüftungsgeräte, Kühltürme, Kältemaschinen, Luftkompressoren usw.



Gummi-Metall-Dämpfer

Glockenförmige Elastomerdämpfer eignen sich für Maschinen mit horizontalen Vibrationen (statt vertikalen). Sie sind ideal für Geräte mit hochfrequenten Vibrationen über 2500 Umdrehungen pro Minute (U/min).



Nivellierbare Maschinenfüße

Nivellierbare Maschinenfüße erfüllen eine ähnliche Funktion wie Gummi-Metall-Dämpfer mit dem zusätzlichen Vorteil, dass sie nicht an der tragenden Struktur befestigt werden müssen. Sie eignen sich zum Beispiel für Klimageräte, Axial- und Radiallüfter, Motoren, Pumpen und Kompressoren.



Stahlfederhänger

Stahlfederhänger absorbieren Vibrationen und dadurch bedingte Geräusche abgehängter Lasten wie Rohrleitungen, Kanäle, Lüfter und andere HLK-Geräte. Der Gummifederteller verhindert den Kontakt zwischen dem Gehäuse und der Feder und erhöht so die Effizienz.



Schallschutzaufhänger

Schallschutzaufhänger verwenden anstelle der Feder einen Gummidämpfer und werden normalerweise in Lüftungs- und Klimaanlage eingesetzt.

Der Schallschutzaufhänger von Walraven ist schwenkbar und so zum Beispiel für den Einsatz an schrägen Decken verwendbar.



Schwingungsdämpfer

Schwingungsdämpfer mit Innengewinde und/oder Gewindestift von Walraven sind ideal für den Einsatz bei Maschinen und Geräten, die auf metallischen Oberflächen montiert werden.



Antivibrationsplatten

Walraven-Antivibrationsplatten sind einfach zuschneid- und montierbare quadratische Matten mit 64 Einzelementen von 50 mal 50 Millimeter. Sie eignen sich ideal als elastische schall- und schwingungsdämpfende Grundplatten für Geräte und Metallelemente.



Die VibraTek® Produktpalette von Walraven

Anwendungsbeispiele siehe Folgeseite





1. Wärmepumpen
2. Außenliegende Klimageräte
3. Akustikdecken
4. Notstromaggregate und Blockheizkraftwerke
5. Abgehängte Rohrleitungssysteme
6. Pumpen
7. Kompressoren
8. Lüftungskanäle
9. Kälte- und Klimageräte auf Dächern
10. Innenliegende Lüfter und -zubehör
11. Industrielle Fertigungsmaschinen

3. Den richtigen Schwingungs- und Federdämpfer in der Gebäudetechnik wählen

Einflussfaktoren sind:

■ Einsatzort

Die Anforderungen durch den Gebäudetyp wie zum Beispiel Krankenhaus, Wohngebäude oder Industrieanlage.

■ Montageart

Hängende oder stehende Montage.

■ Gerätedaten

Abmessungen, Gewicht und vorgegebene Unterstützungspunkte für den Einsatz der Dämpfer.

■ Umgebungseinflüsse

Korrosionskategorie und Umgebungstemperatur.

■ Frequenz des Gerätes

Drehzahl des Gerätes in U/min oder Umdrehungen pro Sekunde (U/sek, Hertz ((Hz)).

Das Walraven-Portfolio bietet ein komplettes Sortiment vibroakustischer Schwingungsdämpfer zur Vermeidung der Vibrationsweiterleitung. Die Schwingungsdämpfer können auch einfach mit anderen typischen Rohrbefestigungen, Schienenhalterungen oder Dachinstallationen kombiniert werden.

Die Schnellauswahlhilfe auf den nächsten Seiten gibt Ihnen eine erste Vorstellung davon, welche Art von Schwingungsdämpfer für Ihr Projekt geeignet sein könnte:



Auswahlhilfe



MS-M
Stahlfeder-
stütze Mini

MS-1
Stahlfeder-
dämpfer

MS-1X
Stahlfeder-
dämpfer

MS-2X
Stahlfeder-
dämpfer

MS-4
Stahlfeder-
dämpfer

Walraven VibraTek®

Seite		12	13	14	15	16
Nennfederweg	(mm)	12	23	25	25	23
Nennlast	(N)	150 - 1.000	50 - 1.000	1.000 - 6.000	3.000 - 12.000	1.000 - 5.000
Anwendungsbereich	Kompressoren	+	++	+++	+++	++
	Pumpen	++	++	+++	+++	++
	Kühlgeräte		++	+++	+++	++
	Klimageräte		++	+++	+++	++
	Groß-Klimageräte		++	+++	+++	++
	Kühlanlagen		++	+++	+++	++
	Klimaanlagen und Splitgeräte	++	+++			
	Transformatoren				+++	++
	Industrielle Luftentfeuchter	++	++	++	++	++
	Gebläsekonvektoren, hängend					
	Heizkessel					
	Elektromechanische Aufzüge				+++	++
	Aufhängung von Stahlrohren und Ventilen in der Industrie					
	Aufhängevorrichtungen und Rohre					
	Lüftungsleitungen					
Metallkonstruktionen						

V (%) Ergebnis: 93.9 - 98.9 = Ausgezeichnet (+++); 87.5 - 93.9 = Sehr gut (++); 81.1 - 87.5 = Gut (+)



MR-B Gummi- Metall- Dämpfer	MR-L 1000/M8 Maschinenfuß nivellierbar	MR-L 3000/M10 Maschinenfuß nivellierbar	MR-L 5000/M12 Maschinenfuß nivellierbar	MR-L 8000/M16 Maschinenfuß nivellierbar	HS-1 Stahlfeder- hänger	HS-1X Stahlfeder- hänger	HR-1 Schalschutz- aufhänger	SB-MM Schwing- ungsdämpfer	PR-T Antivibra- tionsplatte
--------------------------------------	---	--	--	--	-------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------

17	18	19	20	21	22	23	24	25	29
3.5 - 5.5	4	7.5	4	7.5	23	25	7	2 - 4	4.5
240 - 1.500	1.000	3.000	5.000	8.000	50 - 1.000	1.000 - 6.000	300 - 450	180 - 1.690	1.156
+	+	+	+	+					+
+	+	+	+	+					+
+	+	+	+	+					+
+	+	+	+	+					+
+	+	+	+	+					+
+	+	+	+	+				++	
+	+	+	+	+					+
+	+	+	+	+					+
					+++	+++	++	++	
	++	++	++	++					++
	+	+	+	+					+
	+	++	++	++	+++	+++	++		
					+++	+++	++		
					+++	+++	++		
	++	++	++	++					+++

Die Eignung des in der Tabelle angegebenen Produkts wird durch die Kombination aus der typischen Störfrequenz und dem Gewicht des Geräts sowie dem Elastizitätsmodul des Isolators bestimmt.

Walraven bietet die technische Auslegung der Montagetechnik einschließlich der Schwingungsdämpfer und unterstützt bei Auswahl und Berechnung.

[Einfach Online-Formular ausfüllen und technischen Support anfragen](#)

Die Broschüre enthält Tabellen für jedes Produkt, um Ihnen bei der Entscheidung zu helfen, welches für Ihre Installation am besten geeignet ist.

Erläuterung anhand eines Bemessungsbeispiels

Ein bodenstehendes Aggregat hat ein Gesamtgewicht von 1.140 Kilogramm (kg) und vier Befestigungspunkte. Es soll mittels nivellierbarer Maschinenfüße schwingungsgedämpft montiert werden.

Daraus ergibt sich eine Belastung je Maschinenfuß von

$$1.140 \text{ kg} / 4 \text{ Befestigungspunkte} = \underline{285 \text{ kg pro Befestigungspunkt}} \text{ (Maschinenfuß)}$$

Die Frequenz des Aggregates im Betrieb beträgt 1.600 U/min.

Vier Schritte, um herauszufinden, ob der ausgewählte Schwingungsdämpfer die Anforderung erfüllt:

1. Wählen Sie in der Tabelle die Belastung je Maschinenfuß aus – größer oder gleich 285 kg.
2. In der gleichen Zeile in der ersten Spalte sehen Sie die Artikelnummer des Walraven VibraTek®-Produkts.
3. Rechts neben der Belastung können Sie den Federweg ablesen.
4. Wählen Sie in der obersten Zeile die Spalte mit der Drehzahl oder der nächstniedrigen Drehzahl aus. Im Beispiel 2.100 U/min wählen Sie die Spalte 2.000 U/min.
Lesen Sie die Einfügungsdämpfung: 94 Prozent.

Art. Nr.	Angewandte Last		Federweg (mm)	U/min 500	Dämpfungswirkung bei störenden Vibrationen V (%)						
	(N)	(~kg)			8,3	13,3	16,7	20,0	25,0	33,3	41,7
	Hz	8,3			13,3	16,7	20,0	25,0	33,3	41,7	
2800101000	500	51	2,0			19	55	75	87	92	
	600	61	2,4			40	65	80	90	94	
	800	82	3,2		22	61	76	86	92	95	
	1.000	102	4,0		46	71	82	89	94	96	
2800103000	1.250	127	1,7				40	69	84	91	
	1.500	153	2,0			19	55	75	87	92	
	1.750	178	2,3			37	64	79	89	93	
2800105000	3.000	306	4,0			71	82	89	94	96	
	3.250	331	2,6			47	68	82	91	94	
	3.500	357	2,8			53	71	83	91	95	
	3.750	382	3,0		12	57	74	85	92	95	
	5.000	510	4,0		46	71	82	89	94	96	
2800108000	5.500	561	2,8			52	71	83	91	94	
	6.000	612	3,0		12	57	74	85	92	95	
	7.000	714	3,5		33	66	78	87	93	96	
	8.000	815	4,0		46	71	82	89	94	96	

V (%)	Einsatzgebiete in Abhängigkeit von der Einfügungsdämpfung			
99	Ausgezeichnet	Krankenhäuser, Hotels, kulturelle Einrichtungen (Theater, Kongresszentren, Hörsäle)	Wohn- und Bürogebäude, an Wohnbereiche angrenzende Räume	Übliche Anforderungen: - Keller, - industrielle Einrichtungen, - Einkaufszentren
93	Perfekt			
88	Sehr gut			
81	Gut			
67	Ausreichend			
20	Mittelmäßig	Geringe Dämpfung oder negative Auswirkungen - wenden Sie sich an unsere Verkaufsberater oder Anwendungstechniker. Entweder per Mail an info.de@walraven.com oder über das spezielle Formular unserer Webseite .		
0	Keine Änderung			
Resonanz	Besser ohne Dämpfer			



Autor
Thomas Geißler
 Leiter Technik und Projektmanagement
 Walraven GmbH

Walraven – Ihr Projekt, unser Support!
 Kostenlose Auslegung der Montagetechnik anfragen

Know-how und Lösungsansätze in der Walraven-Akademie

- Präsenzseminare
- Webinare
- Web-Tutorials
- Whitepaper-Downloads
- Montage- und Anwendungsvideos



walraven.com/akademie

Wie können wir Ihnen behilflich sein?

Möchten Sie mehr Details über unsere Produkte erfahren?

Oder wünschen Sie eine von uns ausgearbeitete Lösung für Ihren speziellen Anwendungsfall? Dann kontaktieren Sie uns!

Deutschland

Österreich – Schweiz

Walraven GmbH

Karl-von-Linde-Straße 22

95447 Bayreuth

Deutschland

+49 921 75600

info.de@walraven.com

Walraven Group

Mijdrecht(NL)•Tienen(BE)•Bayreuth(DE)

Banbury(GB)•Malmö(SE)•Grenoble(FR)

Barcelona(ES)•Kraków(PL)•MladáBoleslav(CZ)

Kyiv(UA)•Danville(US)•Shanghai(CN)

Dubai(AE)•Budapest(HU)•Mumbai(IN)

Singapore(SG)•Burlington(CA)