

Prüfbericht

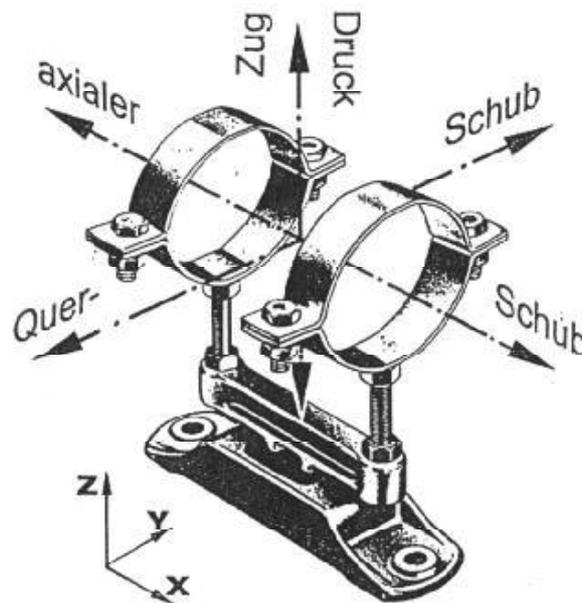
Schalldämmung

gültig für
PHONOLYT® dB 27

Dieses Dokument der MÜPRO dient nur zur Information und unterliegt nicht dem Änderungsdienst.
Der gesamte Inhalt darf für werbliche oder andere Zwecke nur nach Genehmigung durch die MÜPRO verwendet werden.
Alle Rechte und Änderungen vorbehalten.

Prüf- und Ergebnisbericht zu Dämpfungsmessungen

Phonolyt dB27



Dr.-Ing. Rainer Storm
Akademischer Direktor
Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik
Technische Hochschule Darmstadt
Magdalenenstraße 4
64289 Darmstadt
Tel. 06151 16 5350
FAX 06151 16 2902
e-Mail: storm@memak.maschinenbau.th-darmstadt.de

Darmstadt, 17.04.1997

Dr.-Ing. R. Storm

- Antragsteller:** Firma MÜPRO GmbH
Befestigungs- und Schallschutzsysteme
Hessenstraße 11
65719 Hofheim-Wallau
- Prüfobjekt:** Phonolyt dB27
- Allg. Antrag:** Untersuchung der **Durchgangsdämpfung** in Zug-, Druck-, Schubrichtung (axial und quer) und der **Federraten** (statische Steifigkeit) bei Zug-, Druck-, Schubbelastung
- Spez. Antrag:** Variation der statischen Vorlast in den Lastbereichen:
bis 50 kg, bis 250 kg, bis 400 kg (ca. 75% der zulässigen Lastgrenze)
(bis 500 N, bis 2.500 N, bis 4.000 N)
- Untersuchung:** Durchgeführt, ausgewertet und dokumentiert:
Dr.-Ing. Rainer Storm, Akademischer Direktor
Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik
Technische Hochschule Darmstadt

1. Zweck und Ziel der Untersuchungen

Bei dem o.a. Aufstell- und Befestigungsbauteil handelt es sich um ein Isolierelement, das speziell zur Abkoppelung von Körperschall im akustischen Frequenzbereich entwickelt worden ist. Seine besondere Eigenschaft besteht darin, daß es eine hohe Schalldämmung/-dämpfung bei hoher Steifigkeit bzw. geringer Nachgiebigkeit unter großen statischen Zug-, Druck-, Schub- (Querrichtung und axiale Richtung) und Biegebelastung aufweist. Es eignet sich daher besonders für die Festpunktmontage in Rohrleitungssystemen und als statisch steifes, dynamisch weiches Befestigungselement zur Aufhängung und Bodenmontage für Maschinen und Aggregate. Es ist praktisch ganz allgemein überall dort verwendbar, wo akustische Isolierung unter der Forderung nach steifer Anbindung großer Kräfte bzw. großer Massen gefordert wird.

Es ist eine physikalische Gesetzmäßigkeit, daß steife Abkoppellemente im tiefen Frequenzbereich nur eine geringe Dämmung/Dämpfung besitzen können, weil Isolierung letztlich nur durch Nachgiebigkeiten, also durch genügend große Auslenkungen und Schwingwege, erreicht werden kann. Während im mittleren (> 500 Hz) und oberen Frequenzbereich (> 2000 Hz) diese Schwingwege im 1/10, 1/100 und kleineren Millimeterbereich stattfinden, können solche Schwingausschläge im unteren Frequenzbereich

(< 500 Hz) einige Millimeter betragen. Solche Ausschläge sind aber weder erwünscht noch – im vorliegenden Fall – erwünscht.

Es ist bekannt, daß die Isolierwirkung elastischer Elemente auch von der Richtung und Größe statischer Vorlasten abhängt. Werden insbesondere weiche Isolierelemente unter einer statischen Last verformt, z.B. durch Abstützung von Kräften (Stützkraften), Drehmomenten, Gewichten und Massen von Rohrleitungen und Maschinen, dann erzeugt eine derartige Grundlast ein Komprimieren des Elastomers, so daß dadurch die Steifigkeit ansteigt und sich somit die Isolierwirkung verschlechtert. Bei dem hier untersuchten Phonolyt dB27 handelt es sich aber um ein relativ (statisch) steifes Element, so daß zu erwarten ist, daß sich dessen Steifigkeitsänderung und folglich auch dessen Isolierwirkung unter Einwirkung zulässiger Vorlasten nur mäßig ändert.

Es ist deshalb das generelle Ziel der Untersuchungen, die Isolierwirkung dieses Abkoppellements im akustischen Frequenzbereich frequenzabhängig – in Terz-/Oktavspektren – quantitativ zu beschreiben und den Frequenzgang, d.h. den Verlauf und den Grad der Isolierung im Frequenzspektrum, anzugeben, wobei ganz besonders der Parameter „statische Vorlast“ hinsichtlich Art (Zug-, Druck, Schub axial und Schub quer) und Größe (3 Lastbereiche: bis 500 N, bis 2.500 N, bis 4.000 N) variiert wird. Die Beschränkung der dynamischen Messungen auf ca. 75% der zulässigen Lastgrenze (Katalogangabe: 5,4 kN) hat in erster Linie meßtechnische Ursachen. Sie bedeutet aber wohl kaum eine praktische Einschränkung, weil der Einsatzbereich elastischer Abkoppellemente ohne Einschränkungen in der dynamischen Qualität in der Praxis erfahrungsgemäß nur in besonderen Ausnahmefällen für das obere Drittel der statischen Lastgrenzen ausgelegt ist.

Die Isolierwirkung läßt sich als Einfügungsdämmung/-dämpfung oder als Durchgangsdämmung/ -dämpfung angeben. Dies sind recht unterschiedliche Eigenschaften. Der Begriff „**Dämmung**“ bezeichnet die Reduzierung der Schwingungsamplituden durch „Sperrern“ (z.B. Massen), wobei die Reduzierung der Schwingungsamplituden auf der Wirkung von „sperrenden“ bzw. „dämmenden“ Massenträgheiten und Steifigkeiten beruht. Mit „**Dämpfung**“ wird die irreversible Umwandlung von mechanischer Schwingungsenergie in Wärmeenergie bezeichnet. Abkoppellemente mit Elastomer- oder Kautschuk-/Gummieinlagen wirken in dieser Hinsicht überwiegend „dämpfend“. Im folgenden wird deshalb nur noch „Dämpfung“ verwendet.

Die **Einfügungsdämpfung** beschreibt die durch ein neues oder geändertes Abkoppellement erreichte Änderung (in der Regel Verbesserung) der Isolierwirkung im Vergleich zu einem Ausgangszustand. Die Einfügungsdämpfung ist das Verhältnis der Schwingungsamplituden an einem Ort **ohne** Abkoppellement zu den Schwingungsamplituden am gleichen Meßort **mit** eingefügtem Abkoppellement. Dagegen beschreibt die **Durchgangsdämpfung** die Reduzierung der Schwingungsamplituden durch ein Abkoppellement, indem das Verhältnis der Schwingungsamplituden vor und hinter dem Abkoppellement in Beziehung gesetzt werden.

Die Einfügungsdämpfung ist in der Regel kleiner als die Durchgangsdämpfung. Beide Dämpfungen sind aber annähernd gleich, wenn man in rückwirkungsfreien Systemen eine starre Befestigung durch ein elastisches Abkoppellement ersetzt. Physikalisch und

mechanisch eindeutig ist die Durchgangsdämpfung, da bei ihr nur der Unterschied zwischen Eingang und Ausgang des Elementes zu messen ist.

Ersetzt man in einem rückwirkungsfreien System eine starre Befestigung (gekennzeichnet durch eine Durchgangsdämpfung von 0 dB!) durch ein elastisches Element (gekennzeichnet durch eine Durchgangsdämpfung x dB!), dann ist auch mit einer um x dB geringeren Schwingungsanregung der weiteren angeschlossenen Bauteile (z.B. Wand, Decke usw.) zu rechnen. Die Einfügungsdämpfung beträgt in diesem Fall dann auch x dB. Ersetzt man dagegen ein bereits vorhandenes elastisches Element (gekennzeichnet durch eine Durchgangsdämpfung von y dB!) durch ein anderes elastisches Element (gekennzeichnet durch eine Durchgangsdämpfung von x dB!), dann beträgt die Einfügungsdämpfung nur $(y - x)$ dB.

2. Meßtechnische Bestimmung der Durchgangsdämpfung

Bild 2.1 zeigt eine typische Anordnung von Körperschallsensoren (Beschleunigungsaufnehmer) an einem Phonolyt zur Bestimmung der Durchgangsdämpfung (in den gezeigten Darstellungen bei statischer axialer Schubbeanspruchung mit Messung der Durchgangsdämpfung in Hochrichtung des Phonolyts (Zug-/Druckrichtung) – rechts - und in axialer Richtung - links).

Die regelmäßige Differenz der Schwingungspegel am Eingang des Phonolyt (Bild 2.1 links: Sensor #1; Bild 2.1 rechts: Sensor #3) und am Ausgang des Phonolyt (Sensor #2) liefert die Durchgangsdämpfung. Die Signale der beiden Sensoren werden unmittelbar einem mit einer hochauflösenden Meßwerterfassungskarte ausgestatteten PC zugeführt und mit der Auswertesoftware weiterverarbeitet. Der prinzipielle Ablauf der Messungen erfolgt in der Regel in mehreren Schritten:

1. Kalibrierung der Sensoren und der gesamten Meßkette.
 2. Einlesen aller Messungen im Meßwerterfassungsrechner (2-kanalig).
 3. Berechnung des Frequenzspektrums aller Einzelmessungen in den gewünschten oder geforderten Frequenzgrenzen in schmalbandiger Weise oder in Terzen und Oktaven. Bei Schmalbandanalyse werden die Spektren grundsätzlich in der größtmöglichen Auflösung von 1600 Linien bestimmt. Bei einer oberen Frequenzgrenze von 5000 Hz ist somit eine Auflösung von ca. 3 Hz gewährleistet. Alle Meßzustände werden meist – wenn nicht anders gefordert - in zwei Frequenzgrenzen gemessen: 0 Hz bis 1.600 Hz (1 Hz Auflösung) und 0 Hz bis 8.000 Hz (5 Hz Auflösung) bzw. 0 Hz bis 16.000 Hz (10 Hz Auflösung) erfaßt.
 4. Aus mindestens jeweils 30 Einzelmessung werden gemittelte Spektren gebildet. Somit werden Streuungen in den Meßergebnissen stark reduziert.
 5. Alle aus der Meßwerterfassungskarte gespeicherten Spektren werden als ASCII-Files abgelegt und anschließend unter EXCEL eingelesen und numerisch und grafisch weiterverarbeitet.
-

Als Meßwerterfassungskarte steht eine STAC-Karte SP216 eingesetzt. Ihre wesentlichen technischen Daten lauten: 16 Bit Dynamikumfang (entsprechend 96 dB theoretisch), Abtastrate 100.000 Messungen/s, alle wichtigen Filter.

Als PC wird ein handelsüblicher Rechner mit Pentium 166 MHz unter dem Betriebssystem „Windows 95“ verwendet.

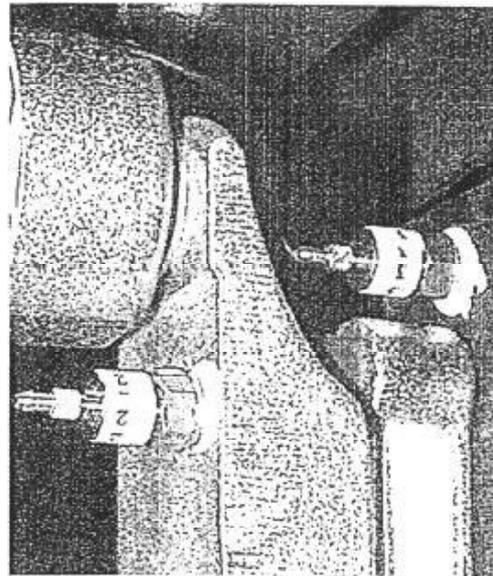


Bild 2.1: Typische Montage von zwei Beschleunigungsaufnehmern zur Messung der Durchgangsdämpfung
(links: axiale Schubrichtung; rechts: Zug-/Druckrichtung)

Die Sensoren stammen von B&K und von HP. Es handelt sich um sog. ICP-Aufnehmer auf Piezoquarzbasis, die keinen weiteren Ladungsverstärker mehr erfordern, sondern direkt von der Meßwerterfassungskarte versorgt werden. Weitere Meßtechnik wird nicht benötigt.

Die Schwingungsanregung erfolgt mit einem elektrodynamischen Shaker (Fa. LDS), der wahlweise mit „weißem Rauschen“ oder „rosa Rauschen“ (breitbandige Anregungssignale) betrieben wird. Diese Rauschsignale werden mit einem Rauschgenerator erzeugt und einem Leistungsverstärker zugeführt. Der Shaker ist über ein variables Ge-

stänge fest mit den zu untersuchenden Elementen mechanisch verbunden und speist auf diesem Wege – gesteuert von der Signalquelle - Körperschall in die Elemente ein.

Die zu untersuchenden Elemente werden auf einem Fundament bekannter Impedanz befestigt. Die Montage und Anordnung des Phonolyts auf der Prüfvorrichtung orientiert sich dabei nach der statischen Belastungsart (Zug-, Druck-, Schubbelastung axial und quer), da die statischen Kräfte nur in vertikaler Richtung erzeugt werden können. Dazu wurde eine besondere Vorrichtung entworfen, die diese Richtungseinstellung ermöglicht. Unmittelbar am Krafteinleitungsort in das Element (Eingang) sowie am Ausgang des Elementes (Koppelung an bekanntes Fundament) befinden sich je ein Körperschallsensor, mit denen die Schwingungsamplituden gemessen werden. Meist werden neben den Körperschallaufnehmern auch Kraftsensoren eingesetzt, um über einen Abgleich der Kraft- und Beschleunigungsdaten ein Höchstmaß an relevanten, reproduzierbaren und gesicherten Daten zu erhalten.

Der eigentliche Prüfstand besteht aus einem statisch steifen Gestell, dessen Besonderheit die Erzeugung großer statischer Vorlasten in feinen und reproduzierbaren Schritten bis maximal 3.000 kg ist. Diese statische Vorlast wird dabei erst am Krafteinleitungsort des zu untersuchenden Elements mit der vom Shaker erzeugten dynamischen Kraft überlagert, so daß der Shaker frei von diesen äußeren Kräften eingesetzt werden kann.

Die Federraten unter den o.a. Beanspruchungsrichtungen wurden mittels einer Tastnadel mit 1/100-mm Auflösung unter Einwirkung der Lasten ermittelt. Die Federrate ist der Quotient aus der anliegenden Kraft (in N) und der Einfederung (in mm).

Die in der Anlage zu diesem Bericht grafisch und tabellarisch angegebenen Durchgangsdämpfungen wurden wie folgt von der Richtung der statischen Vorlast abhängig bestimmt (s. **Bild 2.2**):

Richtung der statischen Vorlast	Ermittlung der Durchgangsdämpfung
Zug (Hochrichtung; pos. Z-Richtung)	in Zugrichtung
Druck (Hochrichtung; neg. Z-Richtung)	in Druckrichtung
Schubrichtung axial (Längsrichtung; X-Richtung)	Mittelung aus Zug-/Druckrichtung und gleicher Schubrichtung (axial)
Schubrichtung quer (Querrichtung; Y-Richtung)	Mittelung aus Zug-/Druckrichtung und gleicher Schubrichtung (quer)

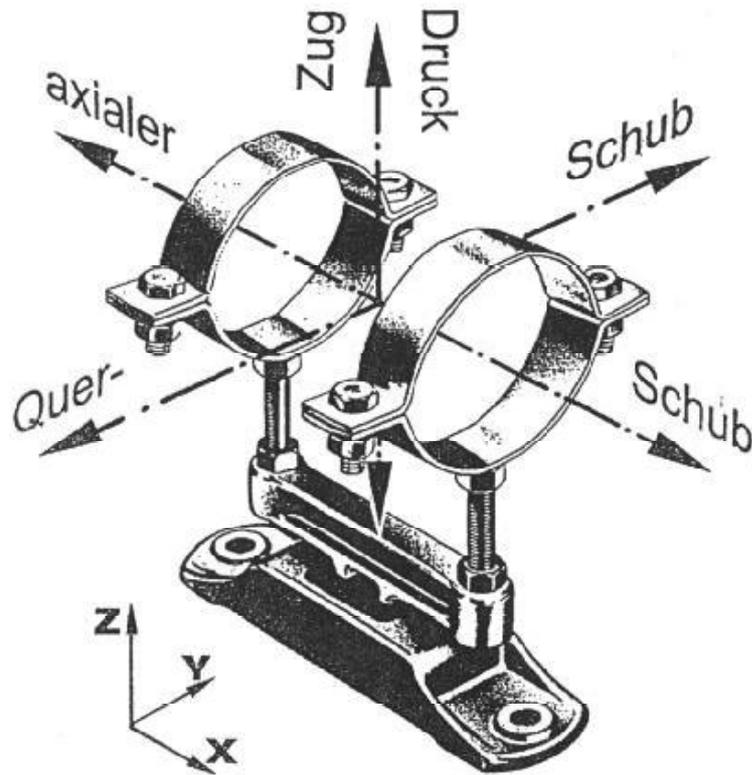


Bild 2.2: Bezeichnungen der Lastrichtungen am Phonolyt

3. Erläuterung zum Meßverfahren

In der Bauakustik wird zur Bestimmung der Isolierwirkung von Abkoppелеlementen aus dem Anwendungsbereich „Wasserinstallation“ häufig eine Prüfwand von 220 kg/m^2 (DIN 52 218; DIN 52 219) verwendet und die akustische Wirkung der zu untersuchenden Abkoppелеlemente bei verschiedenen definierten Fließdrücken oder Fallhöhen hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Schallemission hinter der Installationswand gemessen. Werden auf diese Weise unterschiedliche Befestigungsvarianten am gleichen Prüfaufbau akustisch gemessen, so erhält man relative Unterschiede, die in der Praxis – streng genommen – nur an der gleichen Wand zu gleichen relativen Ergebnissen führen. Eine Übertragbarkeit auf andere Wandaufbauten, andere Baumaterialien und Bausubstanzen und selbst der Einfluß anderer Anregungsspektren ist erfahrungsgemäß nur mit Einschränkungen möglich. Eine absolute Schallprognose ist dann kaum möglich, auch wenn die relativen Unterschiede im wesentlichen qualitativ bestehen bleiben.

Das hier angewendete Verfahren liefert im Unterschied hierzu Ergebnisse, die von einem definierten Testfundament auf andere Fundamente übertragbar sind¹. Das Verfahren ermöglicht die quantitative Abschätzung und Vorausbestimmung der zu erwartenden Schallabstrahlung von körperschallerregten Wänden, insbesondere von Installationswänden, in an solche Wände angrenzende Räume, wenn bestimmte, aber leicht zu beschaffende Randbedingungen bekannt sind. Ein entscheidender Einfluß in der Prognoserechnung ist dabei die genaue Kenntnis von der frequenzabhängigen Durchgangsdämpfung von Abkoppelementen.

4. Meßergebnisse

Mit dem beschriebenen Meßaufbau ergeben sich die in der Anlage zusammengestellten und dokumentierten Ergebnisse für die Durchgangsdämpfungen und für die Federraten.

Es kann festgestellt werden, daß mit dem Befestigungselement PHONOLYT dB27 eine erhebliche Pegelreduzierung des über die Befestigung in den Baukörper eingeleiteten Körperschalles zu erreichen ist und sich diese Reduzierung gleichermaßen qualitativ und quantitativ auch in der Schallemission auswirken wird.

Wesentlich ist dabei auch die Feststellung, daß die Variation der Stärke der statischen Vorlast keinen nennenswerten Einfluß auf die Isolierwirkung hat.

Die Federraten (Steifigkeiten) sind bei den einzelnen Lastarten unterschiedlich stark, zeigen aber innerhalb des untersuchten Lastbereichs abgesehen vom unteren Lastbereich einen weitgehend von der Größe der Vorlast unabhängigen konstanten Verlauf.

Eine konsequente Körperschallentkopplung der Störschallquellen (körperschallführende Rohrleitungen, körperschallmittierende Aggregate, usw.) an **allen** Befestigungs- und Berührungspunkten zum Baukörper hin ist grundsätzlich zu gewährleisten. Insofern bietet der Phonolyt dB27 innerhalb eines Befestigungssystems einen Koppelpunkt mit der idealen Kombination von hoher statischer Steifigkeit, hoher Lastaufnahme und großer Durchgangsdämpfung.

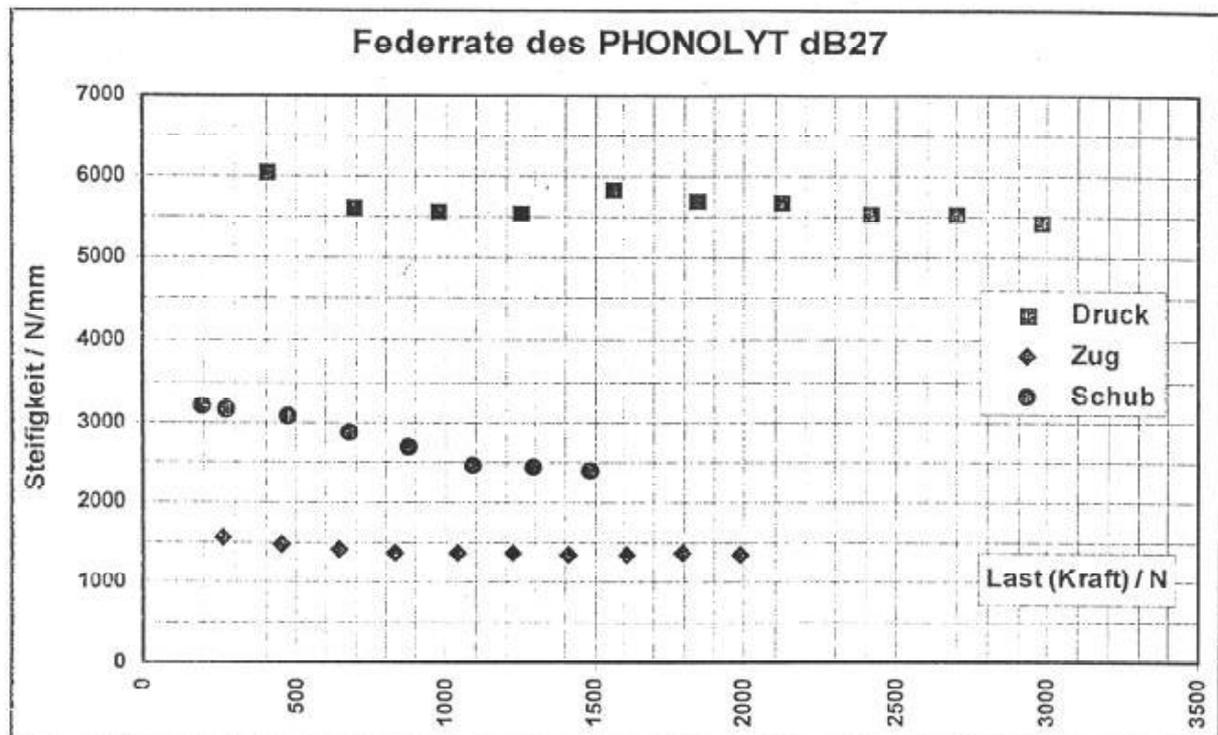
Darmstadt, den 17.04.1997



Dr.-Ing. R. Storm

¹ S. VDI-Bericht Nr. 1121 (1994)

<p>Anlage 1 Prüfbericht zu Dämpfungsmessungen an MÜPRO Phonolyt dB27</p>	<p>Federrate Phonolyt dB27 bei Zug-, Druck- und Schubbeanspruchung</p>	<p>Dr.-Ing. R. Storm Akadem. Direktor Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik Technische Universität Darmstadt</p>
---	---	---



Die Federrate gibt an, wieviel Millimeter bei einer einwirkenden Kraft (in N) die Einfederung (Verformung) des Phonolyten in der entsprechenden Belastungsrichtung beträgt.

Erläuterung: 1 kg Masse (Gewicht) entspricht einer Kraft von 10 N (9,81 N)

Anlage 2/1 Prüfbericht zu Dämpfungsmessungen an MÜPRO Phonolyt dB27	Durchgangsdämpfung Phonolyt dB27 Zugbeanspruchung	Dr.-Ing. R. Storm Akadem. Direktor Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik Technische Universität Darmstadt
--	---	--

Terzspektren für PHONOLYT dB27
Angaben in dB

Frequenz Hz	Zug bis 50 kg	Zug bis 250 kg	Zug bis 400 kg
31,5	2,9	3,7	4,4
40	3,1	4,2	4,2
50	4,5	5,9	6,2
63	0,5	1,7	4,2
80	-0,8	0,0	-0,9
100	-3,9	-2,2	-2,2
125	-6,4	-5,3	-1,7
160	-1,7	-5,8	-5,9
200	6,1	1,8	-0,2
250	11,1	8,1	5,0
315	15,4	12,7	11,5
400	20,9	16,7	15,4
500	24,4	21,2	19,6
630	26,3	24,8	23,8
800	28,2	26,7	25,0
1000	27,3	27,2	28,0
1250	26,2	22,9	23,3
1600	26,9	24,1	22,7
2000	14,1	14,7	16,6
2500	18,0	16,7	19,9
3150	29,4	29,1	28,5
4000	27,3	27,8	26,7
5000	26,4	28,0	28,9

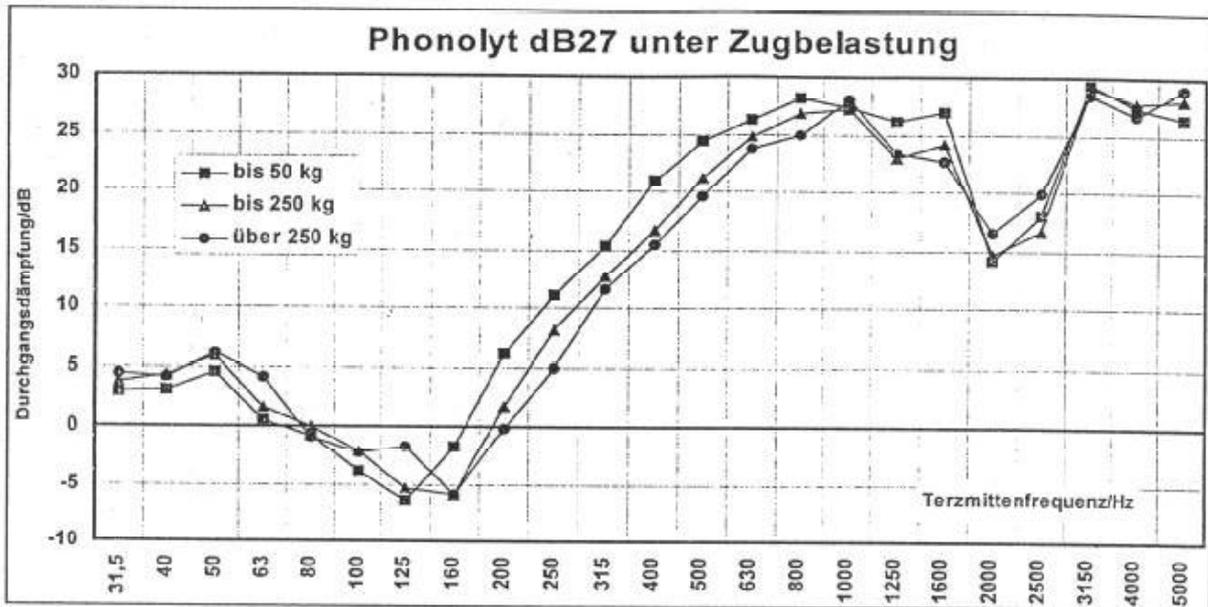
Oktavspektren für Phonolyt dB27
Angaben in dB

Frequenz Hz	Zug bis 50 kg	Zug bis 250 kg	Zug bis 400 kg
31,5	3,0	4,0	4,3
63	2,0	3,2	4,0
125	-3,6	-4,1	-2,9
250	12,4	9,4	7,9
500	24,4	22,0	20,8
1000	27,3	26,0	25,8
2000	22,9	20,5	20,4
4000	27,9	28,3	28,1

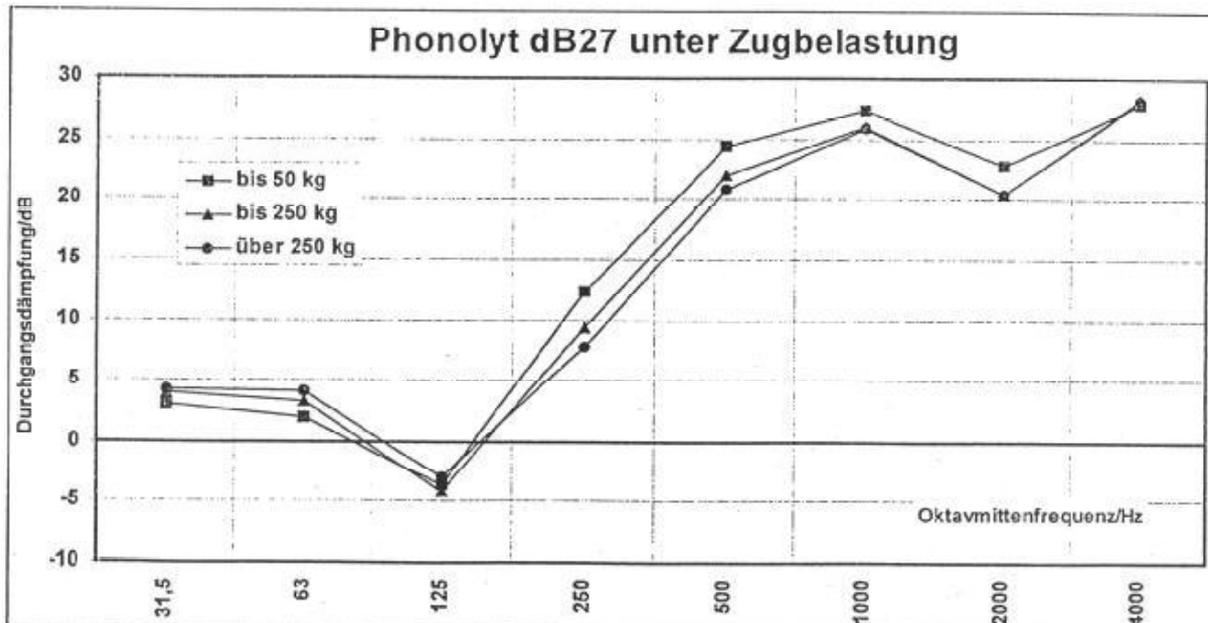
Dämpfung PHONOLYT dB27
Angaben in dB

Bereich Hz	Zug bis 50 kg	Zug bis 250 kg	Zug bis 400 kg
bis 250 Hz	2,0	3,1	2,7
ab 250 Hz	25,4	24,9	24,7
über alles	23,3	22,5	22,2

<p>Anlage 2/2 Prüfbericht zu Dämpfungsmessungen an MÜPRO Phonolyt dB27</p>	<p>Durchgangsdämpfung Phonolyt dB27 Zugbeanspruchung Terz- und Oktavspektrum</p>	<p>Dr.-Ing. R. Storm Akadem. Direktor Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik Technische Universität Darmstadt</p>
---	---	---



Terzspektrum („über 250 kg“ bedeutet „bis 400 kg“)



Oktavspektrum („über 250 kg“ bedeutet „bis 400 kg“)

Anlage 3/1 Prüfbericht zu Dämpfungsmessungen an MÜPRO Phonolyt dB27	Durchgangsdämpfung Phonolyt dB27 Druckbeanspruchung	Dr.-Ing. R. Storm Akadem. Direktor Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik Technische Universität Darmstadt
--	--	--

Terzspektren für PHONOLYT dB27

Angaben in dB

Frequenz Hz	Druck bis 50 kg	Druck bis 250 kg	Druck bis 400 kg
31,5	0,0	1,1	-0,4
40	0,2	3,6	1,3
50	4,6	6,3	6,3
63	-1,9	3,0	0,6
80	-3,2	-0,9	-0,6
100	-4,3	-2,6	-4,2
125	-1,1	-1,6	-2,7
160	-6,4	-3,3	-1,9
200	-7,6	-3,2	-3,0
250	-0,1	-0,9	-0,6
315	7,8	6,4	6,0
400	11,0	11,4	12,0
500	14,4	15,2	16,1
630	19,2	19,4	21,4
800	22,9	20,2	20,4
1000	27,8	23,5	20,5
1250	21,0	22,6	21,1
1600	22,8	25,2	27,5
2000	12,4	19,5	25,4
2500	12,5	18,4	16,8
3150	28,7	28,8	24,3
4000	25,2	26,1	23,8
5000	26,0	27,4	24,6

Oktavspektren für Phonolyt dB27

Angaben in dB

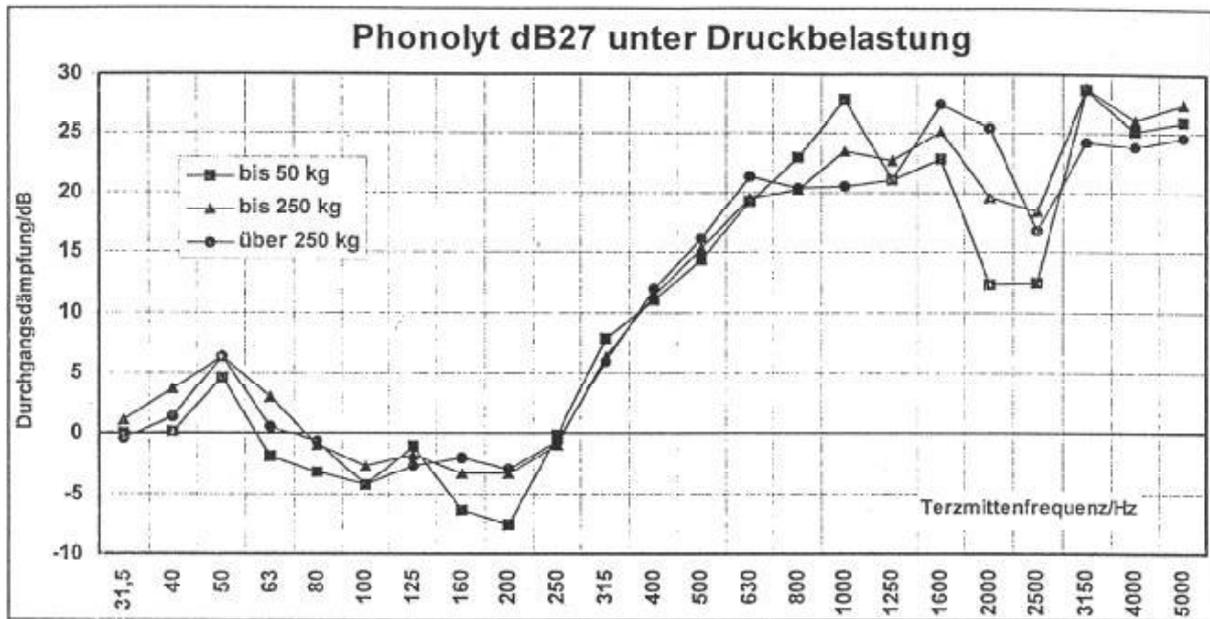
Frequenz Hz	Druck bis 50 kg	Druck bis 250 kg	Druck bis 400 kg
31,5	0,1	2,5	0,5
63	1,3	3,8	3,2
125	-3,4	-2,4	-2,8
250	3,8	2,7	2,5
500	16,1	16,5	18,1
1000	24,9	22,3	20,7
2000	18,8	22,1	25,0
4000	26,9	27,6	24,2

Dämpfung PHONOLYT dB27

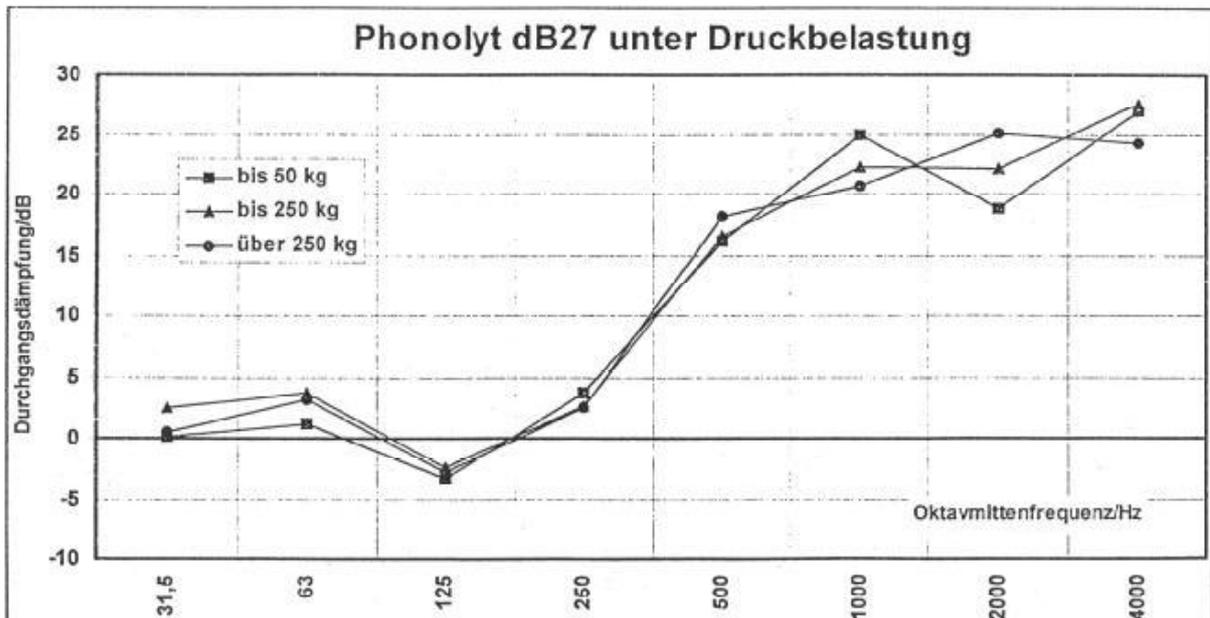
Angaben in dB

Bereich Hz	Druck bis 50 kg	Druck bis 250 kg	Druck bis 400 kg
bis 315 Hz	-0,7	1,4	0,6
ab 315 Hz	23,3	23,4	22,5
über alles	20,8	20,9	20,0

<p>Anlage 3/2 Prüfbericht zu Dämpfungsmessungen an MÜPRO Phonolyt dB27</p>	<p>Durchgangsdämpfung Phonolyt dB27 Druckbeanspruchung Terz- und Oktavspektrum</p>	<p>Dr.-Ing. R. Storm Akadem. Direktor Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik Technische Universität Darmstadt</p>
---	---	---



Terzspektrum („über 250 kg“ bedeutet „bis 400 kg“)



Oktavspektrum („über 250 kg“ bedeutet „bis 400 kg“)

Anlage 4/1 Prüfbericht zu Dämpfungsmessungen an MÜPRO Phonolyt dB27	Durchgangsdämpfung Phonolyt dB27 Schubbeanspruchung axial Terzspektrum	Dr.-Ing. R. Storm Akadem. Direktor Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik Technische Universität Darmstadt
--	---	--

Terzspektren für Phonolyt dB27

Angaben in dB

Frequenz Hz	Schubbelastung axial		
	bis 50 kg	bis 250 kg	bis 400 kg
25	6,9	7,7	10,7
31,5	7,8	9,9	10,1
40	3,2	1,3	7,8
50	0,7	0,4	7,8
63	1,0	1,9	3,3
80	1,0	3,6	3,9
100	-3,0	-2,0	-1,8
125	-3,0	-3,4	-0,4
160	5,5	-4,3	-4,1
200	11,8	8,9	2,2
250	19,6	14,4	14,0
315	13,5	16,6	17,4
400	17,3	17,9	14,7
500	15,8	17,1	19,0
630	24,4	23,8	29,7
800	18,6	13,6	13,1
1000	19,0	17,5	12,2
1250	19,5	17,5	17,7
1600	27,8	27,8	29,6
2000	23,1	26,1	26,5
2500	20,9	19,8	20,2
3150	20,4	21,5	20,9
4000	16,6	23,5	25,4
5000	30,5	26,5	20,5
6300	29,2	29,5	22,0
8000	28,3	26,2	26,9
10000	35,3	34,8	35,8
12500	34,6	36,6	36,4
16000	35,9	34,5	36,1

Oktavspektren für Phonolyt dB27

Angaben in dB

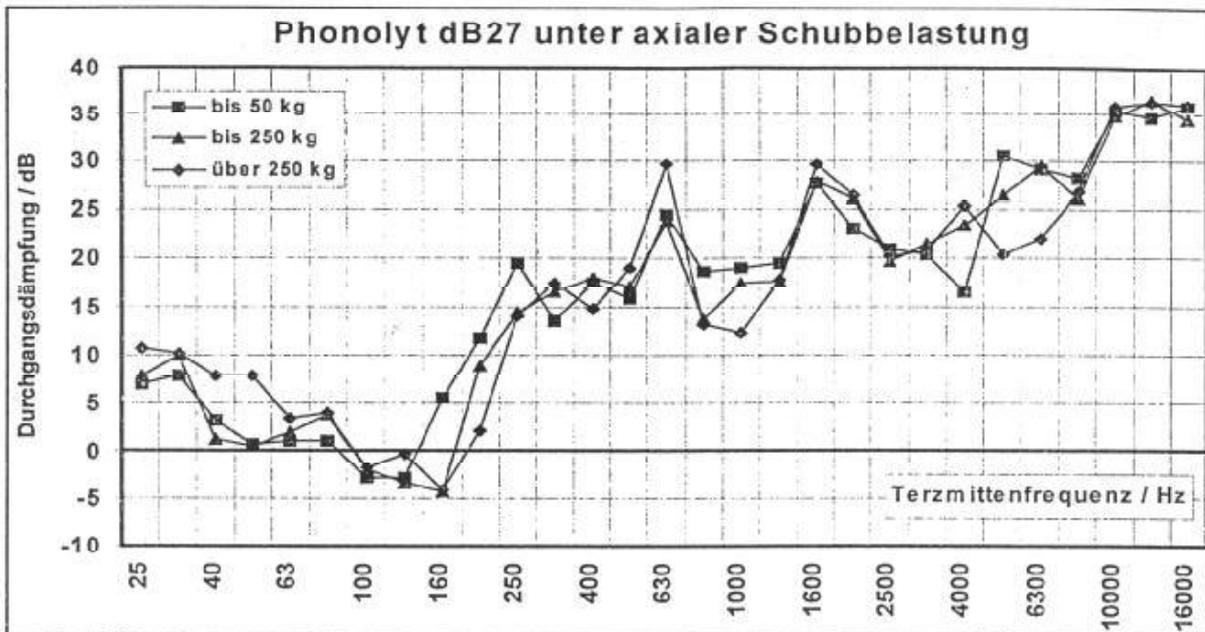
Frequenz Hz	Schubbelastung axial		
	bis 50 kg	bis 250 kg	bis 400 kg
31,5	6,4	7,5	9,7
63	0,9	2,2	5,5
125	1,8	-3,1	-1,9
250	16,3	14,3	14,3
500	20,9	20,7	25,4
1000	19,0	16,6	15,1
2000	24,9	25,7	26,9
4000	26,3	24,3	22,9
8000	32,1	31,6	31,7

Dämpfung Phonolyt dB27

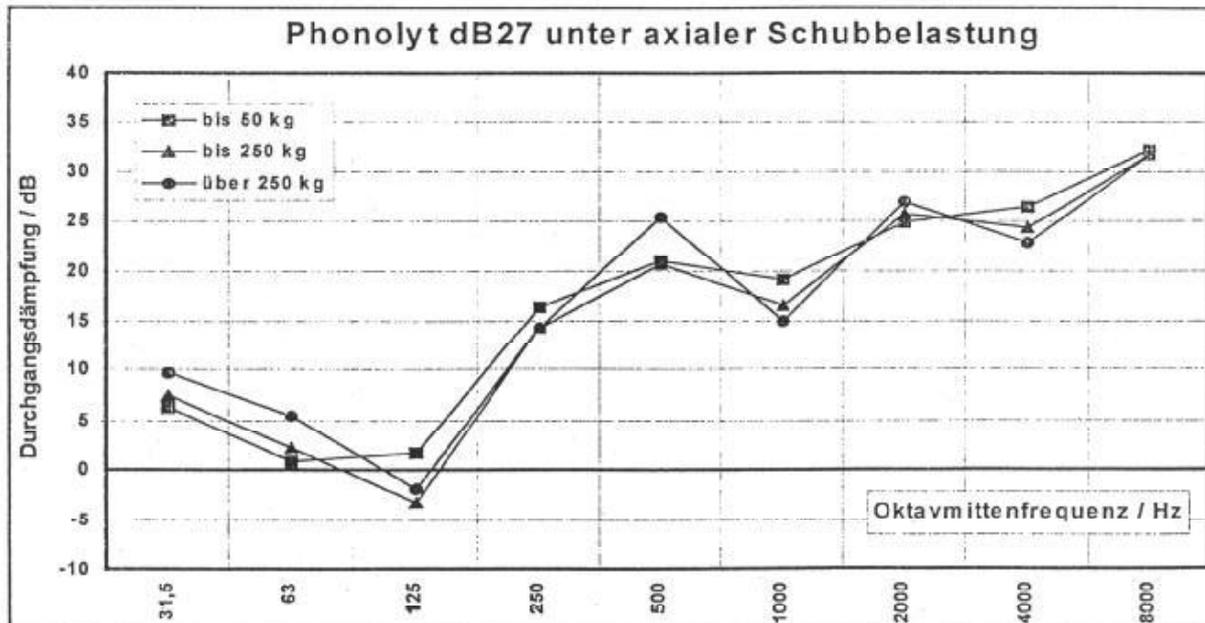
Angaben in dB

Bereich Hz	Schubbelastung axial		
	bis 50 kg	bis 250 kg	bis 400 kg
bis 180 Hz	3,7	4,2	6,6
über 180 Hz	28,6	28,5	29,1
25 - 16000 Hz	27,0	26,9	27,5

<p>Anlage 4/2 Prüfbericht zu Dämpfungsmessungen an MÜPRO Phonolyt dB27</p>	<p>Durchgangsdämpfung Phonolyt dB27 Schubbeanspruchung axial Terz- und Oktavspektrum</p>	<p>Dr.-Ing. R. Storm Akadem. Direktor Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik Technische Universität Darmstadt</p>
---	---	---



Terzspektrum („über 250 kg“ bedeutet „bis 400 kg“)



Oktavspektrum („über 250 kg“ bedeutet „bis 400 kg“)

Anlage 5/1 Prüfbericht zu Dämpfungsmessungen an MÜPRO Phonolyt dB27	Durchgangsdämpfung Phonolyt dB27 Schubbeanspruchung quer Terzspektrum	Dr.-Ing. R. Storm Akadem. Direktor Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik Technische Universität Darmstadt
--	--	--

Terzspektren für Phonolyt dB27
Angaben in dB

Terz Hz	Schubbelastung quer		
	bis 50 kg	bis 250 kg	bis 400 kg
25	2,2	3,5	2,2
31,5	0,7	1,4	2,2
40	2,2	-0,7	0,8
50	2,1	3,2	2,3
63	8,3	8,3	6,7
80	9,8	11,8	9,8
100	13,6	15,1	13,3
125	19,6	20,0	18,2
160	22,5	22,1	22,6
200	20,7	21,4	22,4
250	19,1	18,4	18,0
315	14,8	14,2	14,2
400	-3,0	-1,5	-0,4
500	3,2	2,2	0,1
630	12,4	11,9	11,3
800	1,9	4,1	1,9
1000	-1,4	-2,8	-3,2
1250	6,5	2,8	1,4
1600	5,1	4,5	2,6
2000	6,4	2,5	2,2
2500	3,3	4,2	7,7
3150	4,2	3,6	4,9
4000	5,2	3,5	8,1
5000	15,9	16,2	14,0
6300	21,6	18,0	13,9
8000	28,2	30,1	29,3
10000	26,1	23,0	27,0
12500	12,7	9,2	8,9
16000	23,7	22,5	22,1

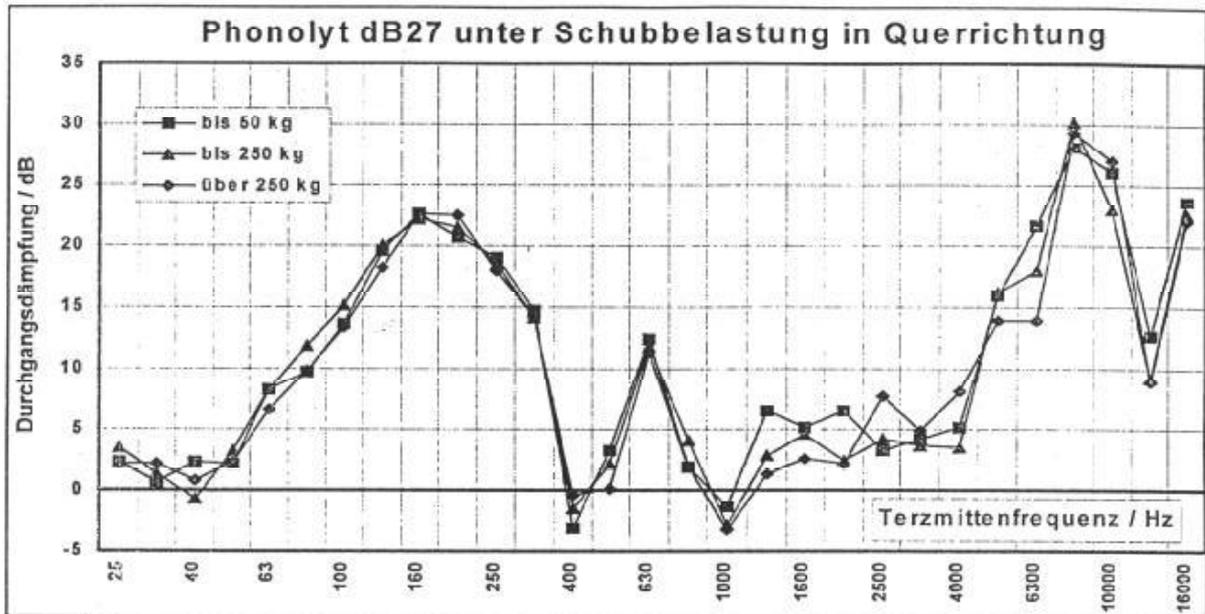
Oktavspektren für Phonolyt dB27
Angaben in dB

Oktave Hz	Schubbelastung quer		
	bis 50 kg	bis 250 kg	bis 400 kg
31,5	1,8	1,7	1,8
63	7,7	9,1	7,3
125	19,9	19,9	19,5
250	18,8	19,0	19,5
500	8,2	7,7	7,1
1000	3,6	2,2	0,6
2000	5,1	3,8	4,9
4000	11,7	11,9	10,6
8000	26,0	26,3	26,6

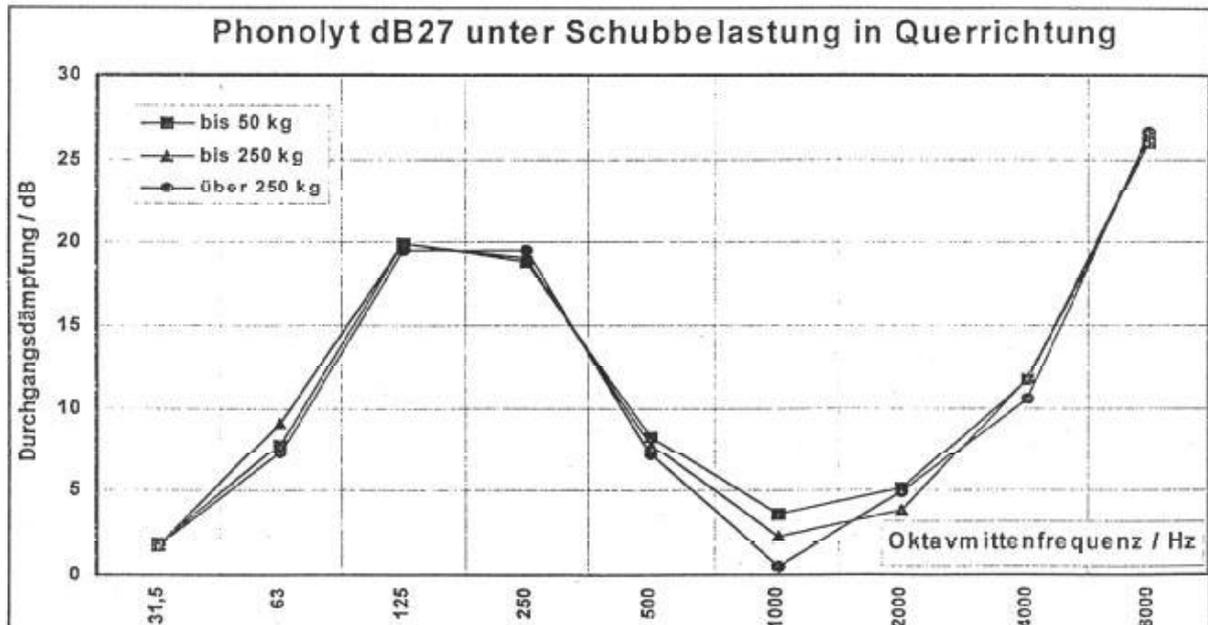
Dämpfung Phonolyt dB27
Angaben in dB

Bereich Hz	Schubbelastung quer		
	bis 50 kg	bis 250 kg	bis 400 kg
bis 180 Hz	15,4	15,6	15,1
über 180 Hz	19,5	19,5	19,7
25 - 16000 Hz	18,6	18,6	18,7

<p>Anlage 5/2 Prüfbericht zu Dämpfungsmessungen an MÜPRO Phonolyt dB27</p>	<p>Durchgangsdämpfung Phonolyt dB27 Schubbeanspruchung quer- Terz- und Oktavspektrum</p>	<p>Dr.-Ing. R. Storm Akadem. Direktor Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik Technische Universität Darmstadt</p>
---	---	---



Terzspektrum („über 250 kg“ bedeutet „bis 400 kg“)



Oktavspektrum („über 250 kg“ bedeutet „bis 400 kg“)