

Prüfbericht

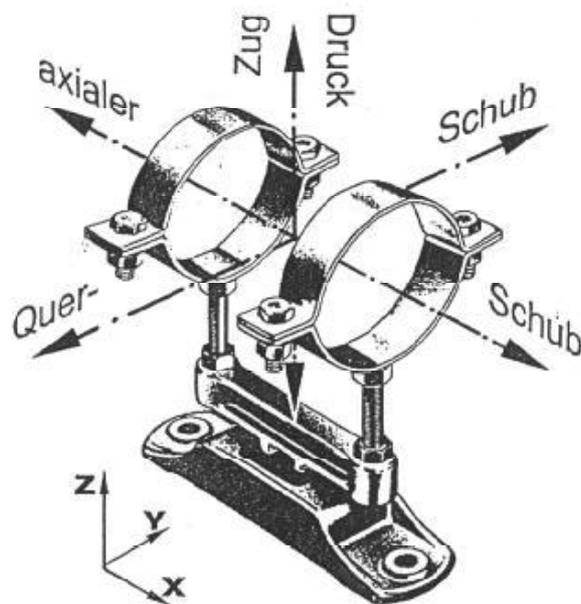
Schalldämmung

gültig für
PHONOLYT[®] dB 40

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 dB40



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 dB40
- 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 250 kg, bis 500 kg, bis 1.000 kg (50% der zulässigen Lastgrenze)
(bis 2.500 N, bis 5.000 N, bis 10.000 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 (Stützkräften), 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 dB40 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 2.500 N, bis 5.000 N, bis 10.000 N) variiert wird. Die Beschränkung der dynamischen Messungen auf die halbe zulässige Lastgrenze (Katalogangabe: 20 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 pegelmäßige 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.

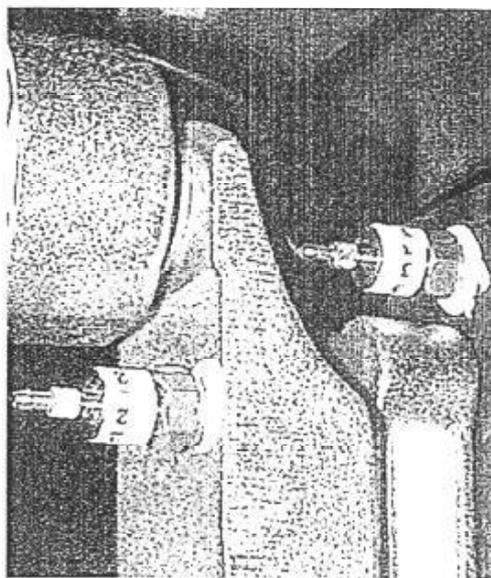


Bild 2.1: *Typische Montage von zwei Beschleunigungsaufnehmern zur Messung der Durchgangsdämpfung (links: axiale Schubrichtung; rechts: Zug-/Druckrichtung)*

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 Gestänge 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)

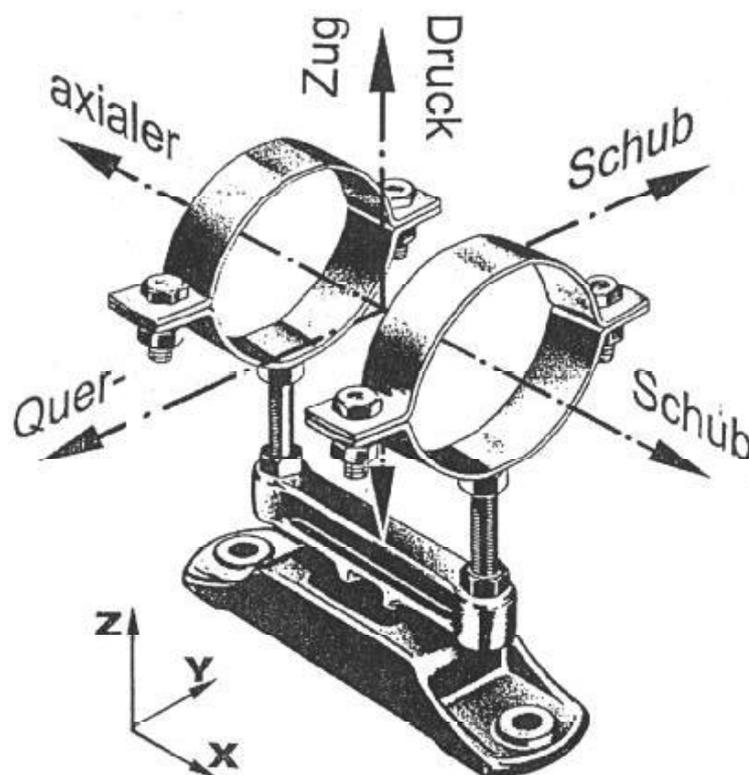


Bild 2.2: Bezeichnungen der Lastrichtungen am Phonolyt

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 dB40 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 dB40 innerhalb eines Befestigungssystems einen Koppelpunkt mit der idealen Kombination von hoher statischer Steifigkeit, hoher Lastaufnahme und großer Durchgangsdämpfung.

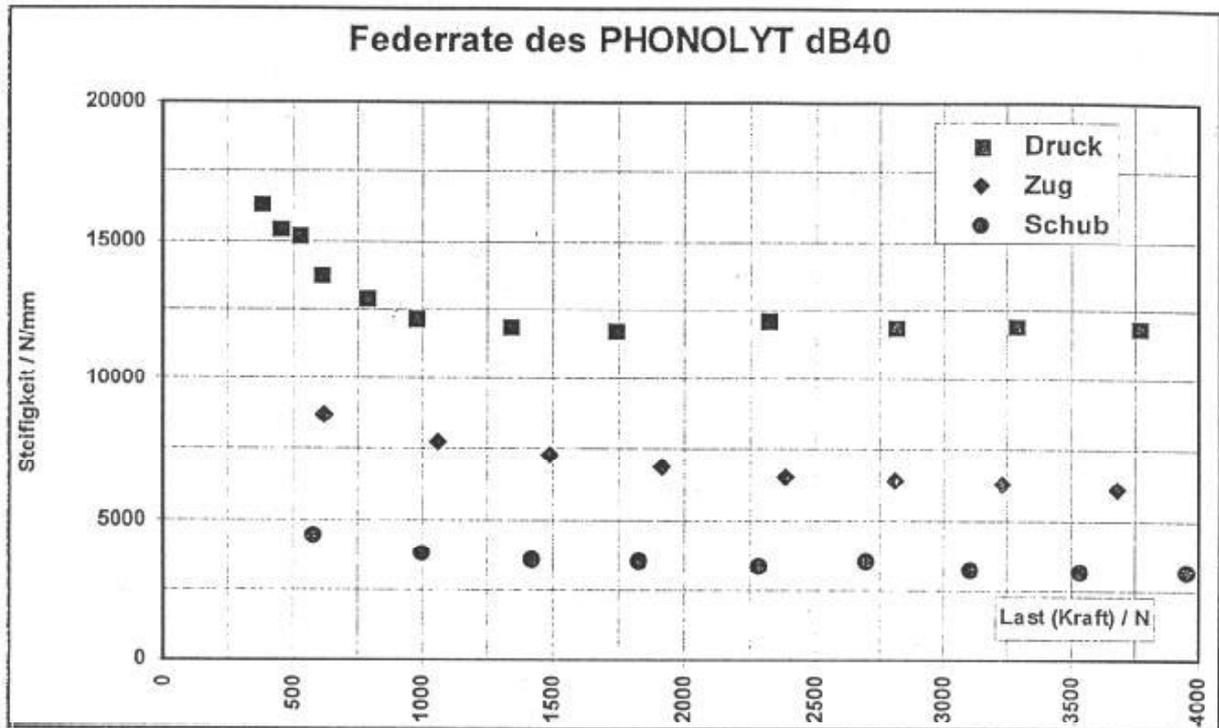
Darmstadt, den 17.04.1997



Dr.-Ing. R. Storm

¹ S. VDI-Bericht Nr. 1121 (1994)

<p>Anlage 1 Prüfbericht zu Dämpfungsmessungen an MÜPRO Phonolyt dB40</p>	<p>Federrate Phonolyt dB40 bei Zug-, Druck- und Schub- beanspruchung</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 dB40	Durchgangsdämpfung Phonolyt dB40 Zugbeanspruchung	Dr.-Ing. R. Storm Akadem. Direktor Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik Technische Universität Darmstadt
--	---	--

Terzspektren für PHONOLYT dB40
Angaben in dB

Frequenz Hz	Zug bis 250 kg	Zug bis 500 kg	Zug bis 1.000 kg
31,5	4,8	7,5	5,8
40	4,7	5,8	6,2
50	4,2	5,5	5,2
63	0,9	4,6	3,9
80	-0,8	-1,9	-2,2
100	-1,5	-0,8	-5,0
125	-3,4	-0,7	-3,1
160	-5,0	-3,3	-1,9
200	-2,7	-2,7	0,0
250	5,6	5,1	4,2
315	10,5	10,6	14,3
400	15,2	15,1	19,5
500	19,7	17,2	16,9
630	22,2	20,0	16,1
800	21,2	19,6	15,2
1000	20,5	16,6	16,3
1250	34,8	32,5	25,2
1600	34,6	33,0	25,1
2000	41,7	39,5	34,6
2500	35,7	33,5	30,8
3150	42,4	38,3	27,5
4000	41,4	42,7	42,4
5000	39,4	39,4	37,2

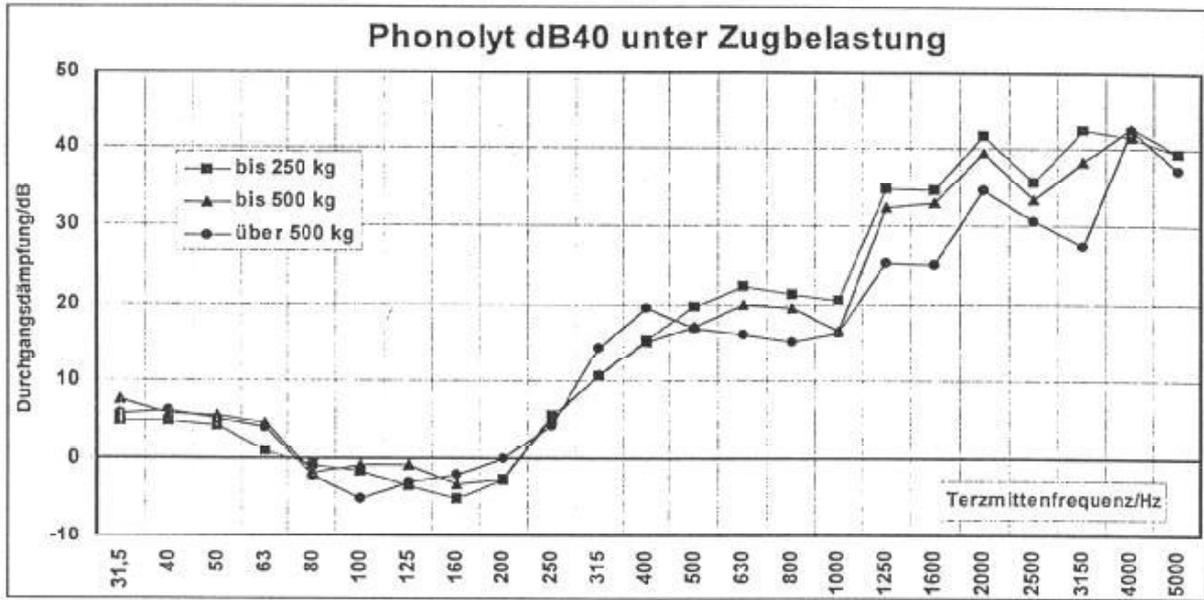
Oktavspektren für Phonolyt dB40
Angaben in dB

Frequenz Hz	Zug bis 250 kg	Zug bis 500 kg	Zug bis 1.000 kg
31,5	4,7	6,7	6,0
63	2,0	3,7	3,2
125	-3,1	-1,5	-3,2
250	7,1	7,1	10,1
500	19,9	17,9	17,7
1000	30,4	28,0	21,3
2000	38,5	36,4	31,7
4000	41,2	40,5	38,9

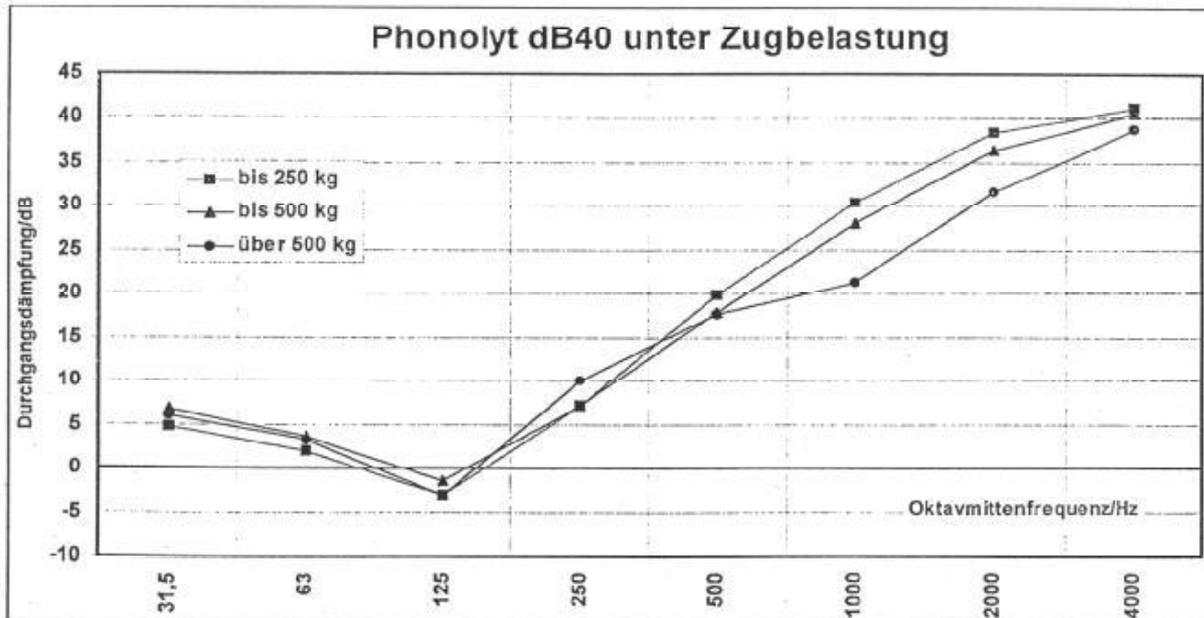
Dämpfung PHONOLYT dB40
Angaben in dB

Frequenz- bereich	Zug bis 250 kg	Zug bis 500 kg	Zug bis 1.000 kg
bis 250 Hz	1,5	3,3	2,7
ab 250 Hz	36,6	35,5	33,0
0 bis 5 kHz	34,5	33,3	30,9

<p>Anlage 2/2 Prüfbericht zu Dämpfungsmessungen an MÜPRO Phonolyt dB40</p>	<p>Durchgangsdämpfung Phonolyt dB40 Zugbeanspruchung Terz- und Oktavspektrum</p>	<p>Dr.-Ing. R. Storm Akadem. Direktor Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik Technische Universität Darmstadt</p>
---	---	---



Terzspektrum (über „500 kg“ bedeutet „bis 1.000 kg“)



Oktavspektrum (über „500 kg“ bedeutet „bis 1.000 kg“)

Anlage 3/1 Prüfbericht zu Dämpfungsmessungen an MÜPRO Phonolyt dB40	Durchgangsdämpfung Phonolyt dB40 Druckbeanspruchung	Dr.-Ing. R. Storm Akadem. Direktor Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik Technische Universität Darmstadt
--	--	--

Terzspektren für PHONOLYT dB40
Angaben in dB

Frequenz Hz	Druck bis 250 kg	Druck bis 500 kg	Druck bis 1.000 kg
31,5	1,1	-0,7	-1,8
40	2,6	3,5	4,9
50	3,5	5,2	5,3
63	-0,6	0,0	1,7
80	-2,6	-1,3	-2,4
100	-2,6	-0,4	-0,8
125	-1,1	-2,2	-1,6
160	-1,4	-1,5	-0,5
200	-3,5	-4,5	-4,5
250	-5,2	-5,2	-4,4
315	-1,0	-2,3	-2,3
400	4,6	4,6	5,3
500	8,9	9,7	10,6
630	10,9	11,0	13,1
800	10,8	10,5	10,7
1000	12,5	11,5	10,1
1250	28,7	30,3	32,7
1600	26,8	24,8	27,1
2000	28,5	27,1	25,7
2500	24,6	21,8	19,0
3150	36,8	37,1	39,5
4000	41,4	44,3	43,8
5000	39,9	42,2	42,2

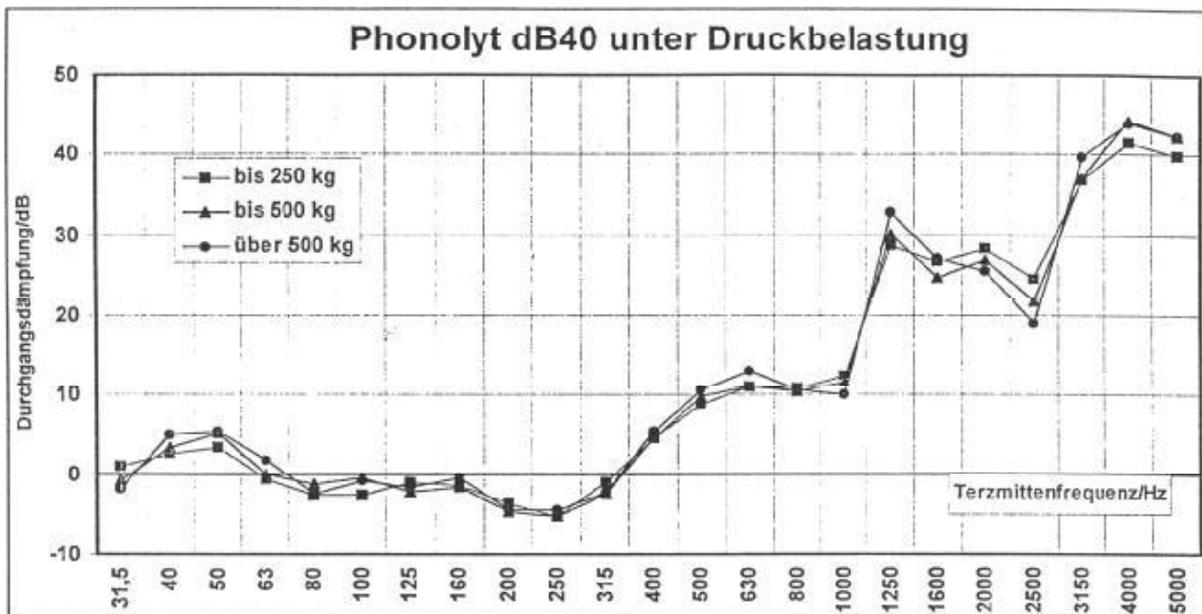
Oktavspektren für Phonolyt dB40
Angaben in dB

Frequenz Hz	Druck bis 250 kg	Druck bis 500 kg	Druck bis 1.000 kg
31,5	1,9	1,9	2,7
63	0,8	2,3	2,6
125	-1,6	-1,3	-0,9
250	-2,9	-3,9	-3,6
500	8,9	9,2	10,7
1000	24,1	25,6	28,0
2000	26,9	25,1	25,1
4000	39,7	42,1	42,2

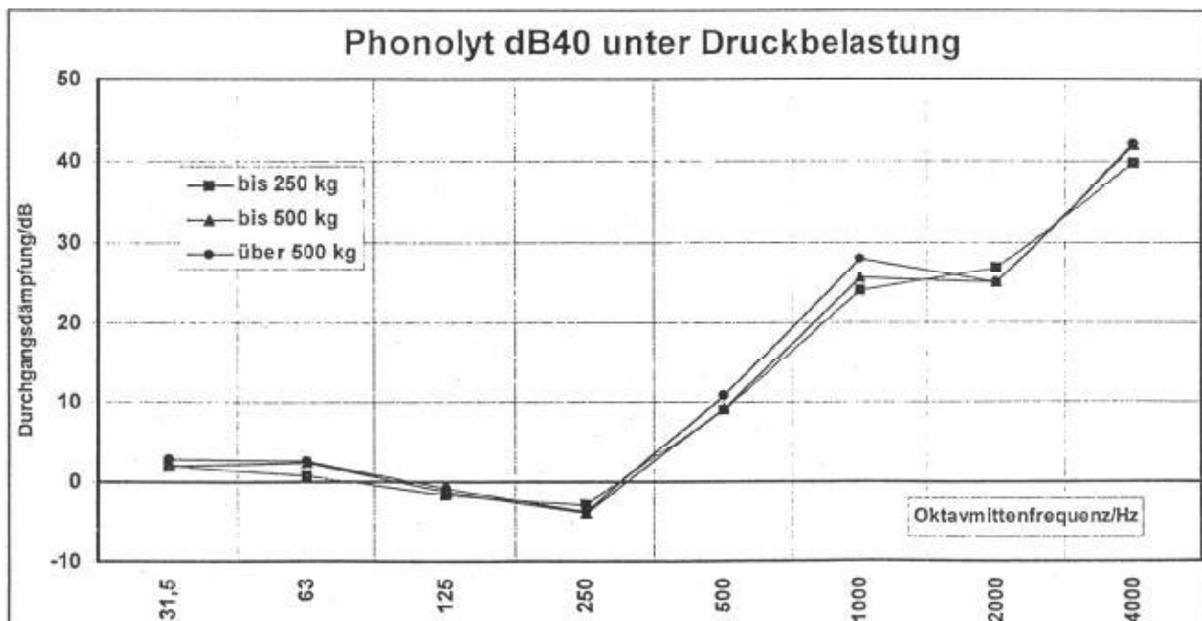
Dämpfung PHONOLYT dB40
Angaben in dB

Frequenz- bereich	Druck bis 250 kg	Druck bis 500 kg	Druck bis 1.000 kg
bis 315 Hz	-0,3	0,2	0,7
ab 315 Hz	34,1	36,2	36,4
0 bis 5 kHz	31,2	33,4	33,6

<p>Anlage 3/2 Prüfbericht zu Dämpfungsmessungen an MÜPRO Phonolyt dB40</p>	<p>Durchgangsdämpfung Phonolyt dB40 Druckbeanspruchung Terz- und Oktavspektrum</p>	<p>Dr.-Ing. R. Storm Akadem. Direktor Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik Technische Universität Darmstadt</p>
---	---	---



Terzspektrum (über „500 kg“ bedeutet „bis 1.000 kg)



Oktavspektrum (über „500 kg“ bedeutet „bis 1.000 kg)

Anlage 4/1 Prüfbericht zu Dämpfungsmessungen an MÜPRO Phonolyt dB40	Durchgangsdämpfung Phonolyt dB40 Schubbeanspruchung axial Terzspektrum	Dr.-Ing. R. Storm Akadem. Direktor Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik Technische Universität Darmstadt
--	---	--

Terzspektren für Phonolyt dB40
Angaben in dB

Frequenz Hz	Schubbelastung axial		
	bis 250 kg	bis 500 kg	bis 1.000 kg
25	10,2	8,9	10,6
31,5	8,3	6,9	8,6
40	6,3	5,9	6,8
50	4,5	2,3	3,6
63	2,5	-0,8	-0,4
80	2,4	-1,2	-0,5
100	1,1	-2,4	-1,9
125	1,7	-0,3	-0,2
160	3,9	4,8	4,1
200	7,7	2,6	2,4
250	2,4	1,4	6,4
315	0,8	3,1	3,3
400	-2,4	-1,0	1,4
500	-6,5	-5,9	-3,9
630	4,4	2,9	2,9
800	14,9	14,4	11,1
1000	13,9	13,9	14,1
1250	13,1	11,7	12,3
1600	8,0	4,2	6,3
2000	16,2	20,7	13,7
2500	18,7	24,8	20,1
3150	30,3	33,6	29,1
4000	28,9	44,3	27,7
5000	40,0	44,7	39,7
6300	38,2	49,4	43,1
8000	41,3	33,7	39,8
10000	44,4	39,1	40,0
12500	30,9	24,7	25,8
16000	20,1	25,5	21,1

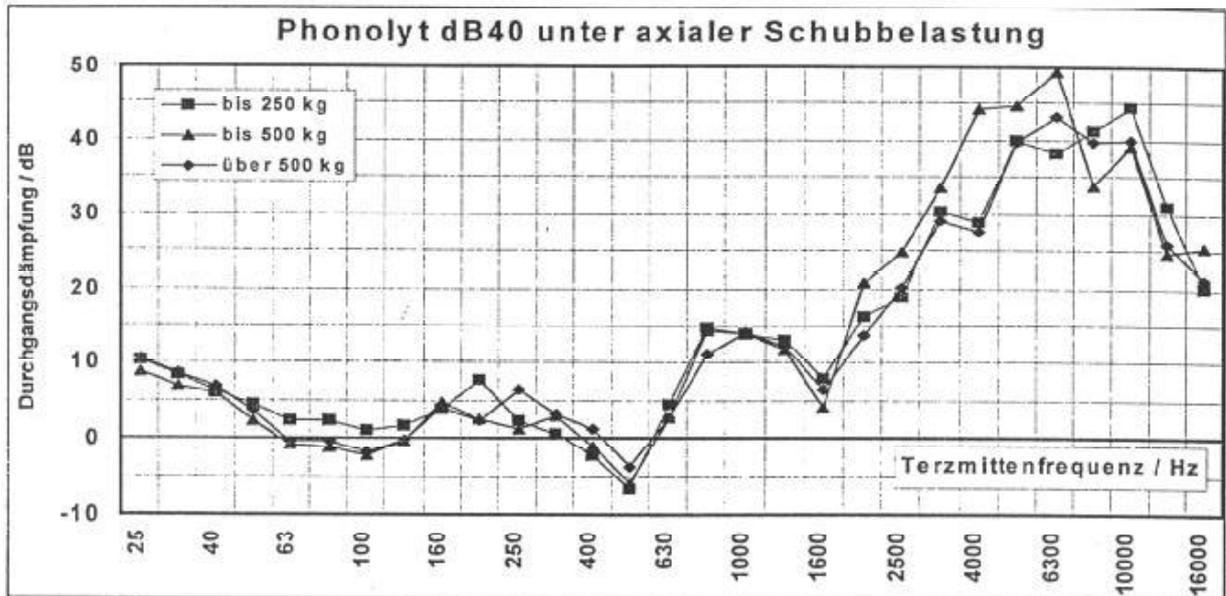
Oktavspektren für Phonolyt dB40
Angaben in dB

Frequenz Hz	Schubbelastung axial		
	bis 250 kg	bis 500 kg	bis 1.000 kg
31,5	4,7	3,3	4,3
63	1,8	-1,2	-0,8
125	5,2	3,1	4,6
250	-1,8	0,1	1,2
500	12,9	12,6	11,3
1000	13,6	16,6	11,7
2000	28,1	39,9	27,0
4000	40,0	46,0	41,1
8000	39,8	34,7	35,4

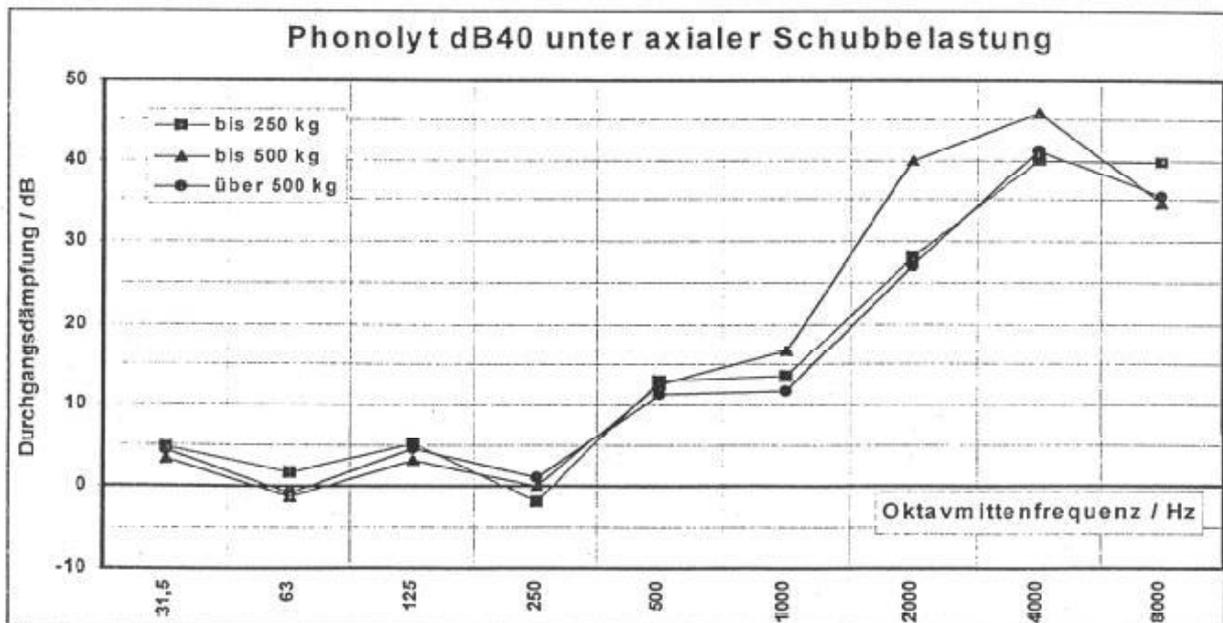
Dämpfung Phonolyt dB40
Angaben in dB

Bereich Hz	Schubbelastung quer		
	bis 250 kg	bis 500 kg	bis 1.000 kg
bis 180 Hz	5,6	4,3	5,5
180 - 1800 Hz	9,7	8,9	8,6
1,8 - 16 kHz	37,8	42,0	37,1
bis 16 kHz	33,2	37,3	32,5

<p>Anlage 4/2 Prüfbericht zu Dämpfungsmessungen an MÜPRO Phonolyt dB40</p>	<p>Durchgangsdämpfung Phonolyt dB40 Schubbeanspruchung axial Terz- und Oktavspektrum</p>	<p>Dr.-Ing. R. Storm Akadem. Direktor Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik Technische Universität Darmstadt</p>
---	---	---



Terzspektrum (über „500 kg“ bedeutet „bis 1.000 kg“)



Oktavspektrum (über „500 kg“ bedeutet „bis 1.000 kg“)

Anlage 5/1 Prüfbericht zu Dämpfungsmessungen an MÜPRO Phonolyt dB40	Durchgangsdämpfung Phonolyt dB40 Schubbeanspruchung quer Terzspektrum	Dr.-Ing. R. Storm Akadem. Direktor Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik Technische Universität Darmstadt
--	--	--

Terzspektren für Phonolyt dB40
Angaben in dB

Frequenz Hz	Schubbelastung quer		
	bis 250 kg	bis 500 kg	bis 1.000 kg
25	3,3	1,9	1,4
31,5	1,5	2,6	-2,5
40	7,8	4,2	-10,0
50	9,0	5,3	4,0
63	11,4	10,7	6,6
80	11,9	13,0	11,4
100	13,3	10,3	7,7
125	12,5	12,7	13,6
160	10,5	10,8	11,9
200	5,1	5,4	6,4
250	4,6	2,5	2,0
315	9,7	7,1	6,3
400	15,4	12,6	11,8
500	15,2	14,6	15,1
630	12,4	11,4	11,1
800	10,7	9,4	9,6
1000	16,9	18,3	13,9
1250	31,1	31,3	30,6
1600	27,7	27,9	26,2
2000	22,9	21,0	21,3
2500	33,0	33,1	32,9
3150	24,3	23,7	21,6
4000	19,7	20,6	19,4
5000	33,7	33,6	31,8
6300	23,9	23,7	24,0
8000	18,2	19,2	15,7
10000	28,7	29,5	30,0
12500	17,1	14,0	12,0
16000	27,2	27,0	25,9

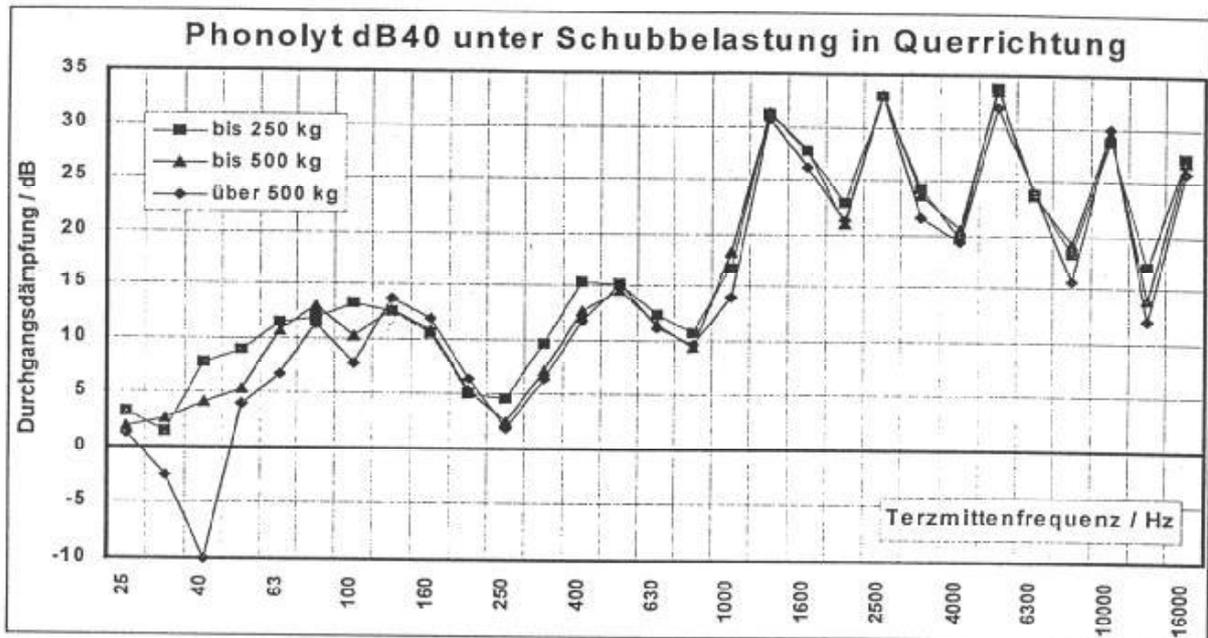
Oktavspektren für Phonolyt dB40
Angaben in dB

Frequenz Hz	Schubbelastung quer		
	bis 250 kg	bis 500 kg	bis 1.000 kg
31,5	9,7	7,7	3,8
63	12,6	12,1	11,5
125	7,6	7,6	8,6
250	14,1	12,4	12,4
500	14,1	14,8	11,9
1000	28,4	28,4	27,6
2000	28,9	29,0	28,7
4000	29,5	29,4	27,8
8000	26,4	26,7	26,7

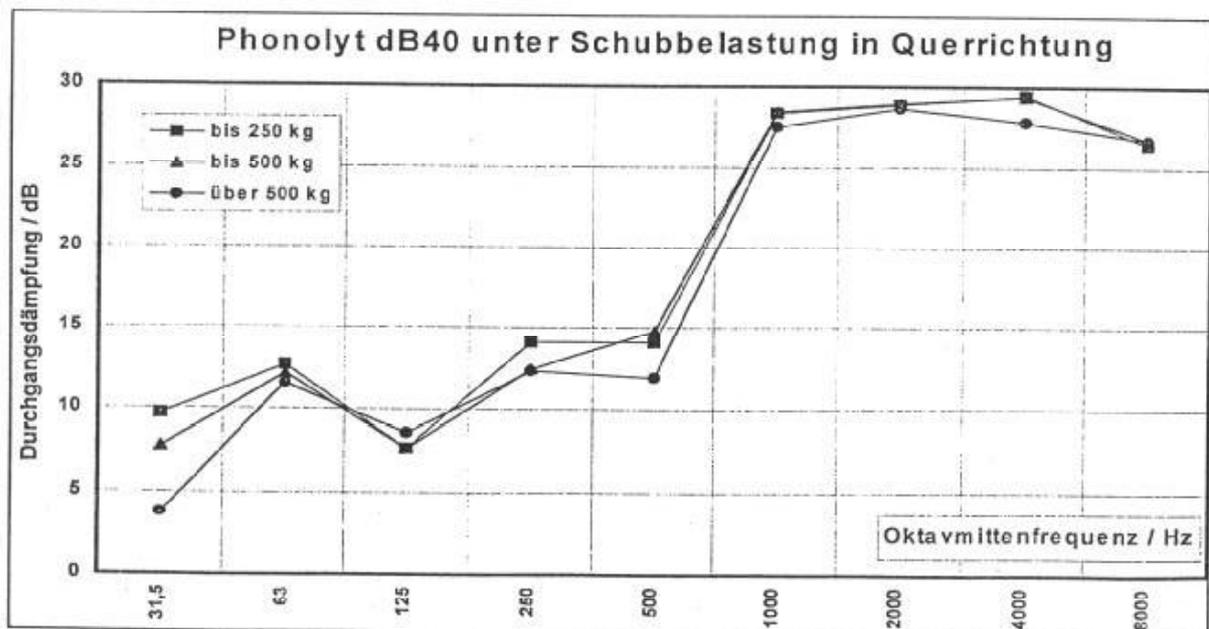
Dämpfung Phonolyt dB40
Angaben in dB

Bereich Hz	Schubbelastung quer		
	bis 250 kg	bis 500 kg	bis 1.000 kg
bis 180 Hz	10,3	9,6	8,7
180 - 1800 Hz	23,1	23,3	22,3
1,8 - 16 kHz	28,1	28,1	27,4
bis 16 kHz	24,7	24,8	24,0

<p>Anlage 5/2 Prüfbericht zu Dämpfungsmessungen an MÜPRO Phonolyt dB40</p>	<p>Durchgangsdämpfung Phonolyt dB40 Schubbeanspruchung quer Terz- und Oktavspektrum</p>	<p>Dr.-Ing. R. Storm Akadem. Direktor Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinenakustik Technische Universität Darmstadt</p>
---	--	---



Terzspektrum (über „500 kg“ bedeutet „bis 1.000 kg)



Oktavspektrum (über „500 kg“ bedeutet „bis 1.000 kg)