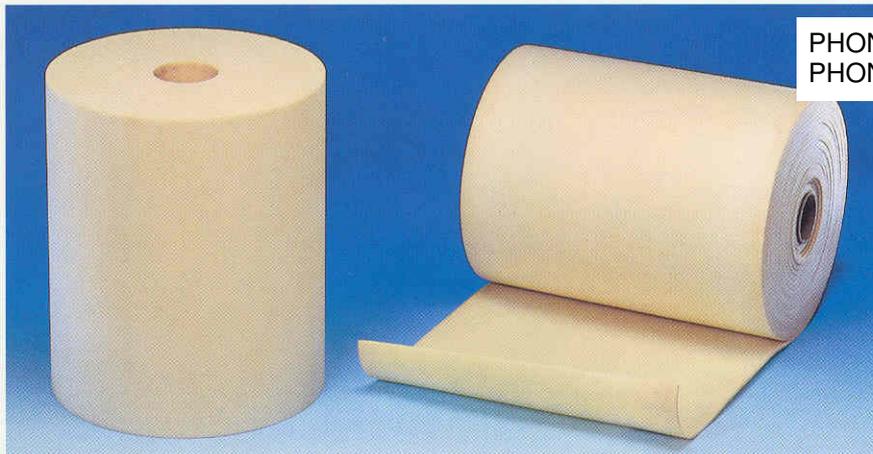


PHONOLASTIK für die Schwingungsisolierung und Körperschalldämmung



PHONOLASTIK Blöcke
PHONOLASTIK Platten



PHONOLASTIK Zylinder
PHONOLASTIK Schälfolie



PHONOLASTIK Stäbe



PHONOLASTIK Schläuche

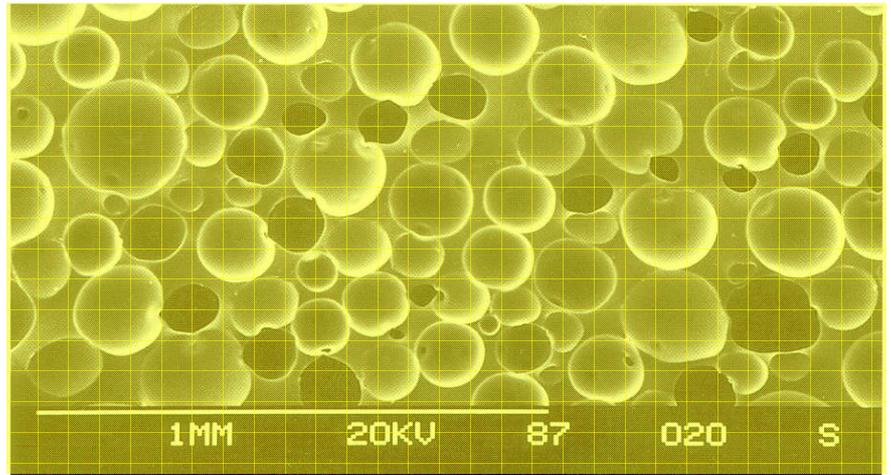
PHONOLASTIK für die Schwingungsisolierung und Körperschalldämmung

Der Werkstoff

PHONOLASTIK besteht aus einem zelligen Polyurethan-Elastomer. Es wird im Schäumverfahren in geschlossenen Werkzeugen unter Wärmezufuhr zu Formteilen verarbeitet.

Je nach Volumenanteil des Materials an der Form werden Rohdichten von 350 kg/m^3 bis 650 kg/m^3 , abgestuft in 50 kg/m^3 -Schritten, hergestellt.

Die durch das Schäumen erzeugten Poren haben einen Durchmesser von einigen Zehntelmillimeter und sind überwiegend geschlossen.



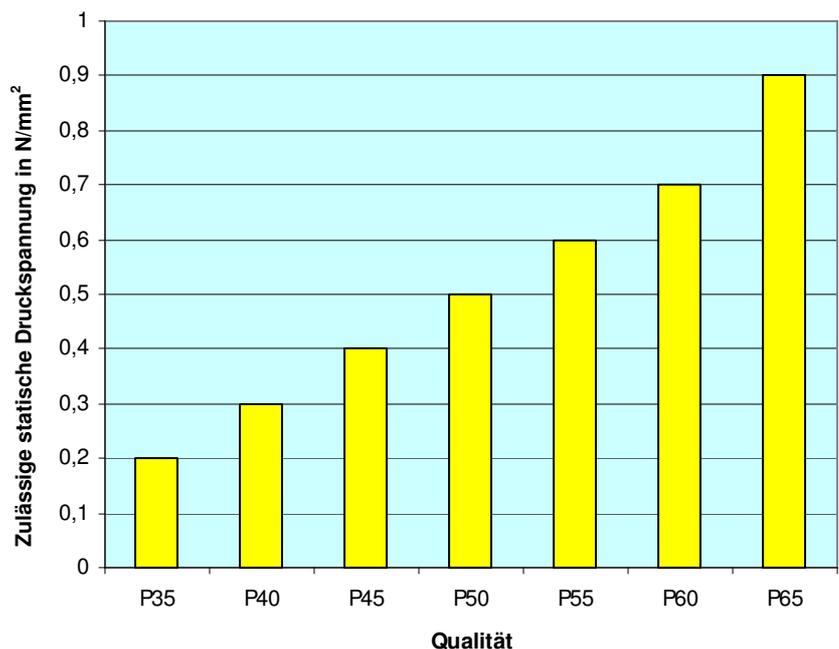
Die Zellstruktur unter dem Mikroskop

PHONOLASTIK-Platten werden im Schäumverfahren mit den Maßen von $500 \text{ mm} \times 250 \text{ mm} \times 60 \text{ mm}$ dick hergestellt.

Dünnere Dicken von 5 mm bis 50 mm werden durch Spalten des Materials erzeugt.

Kleinere Flächen, auch mit beliebigen Konturen, werden durch sägen, schneiden, spalten oder wasserstrahl- schneiden hergestellt.

Zulässige Belastung von PHONOLASTIK-Platten verschiedener Qualitäten

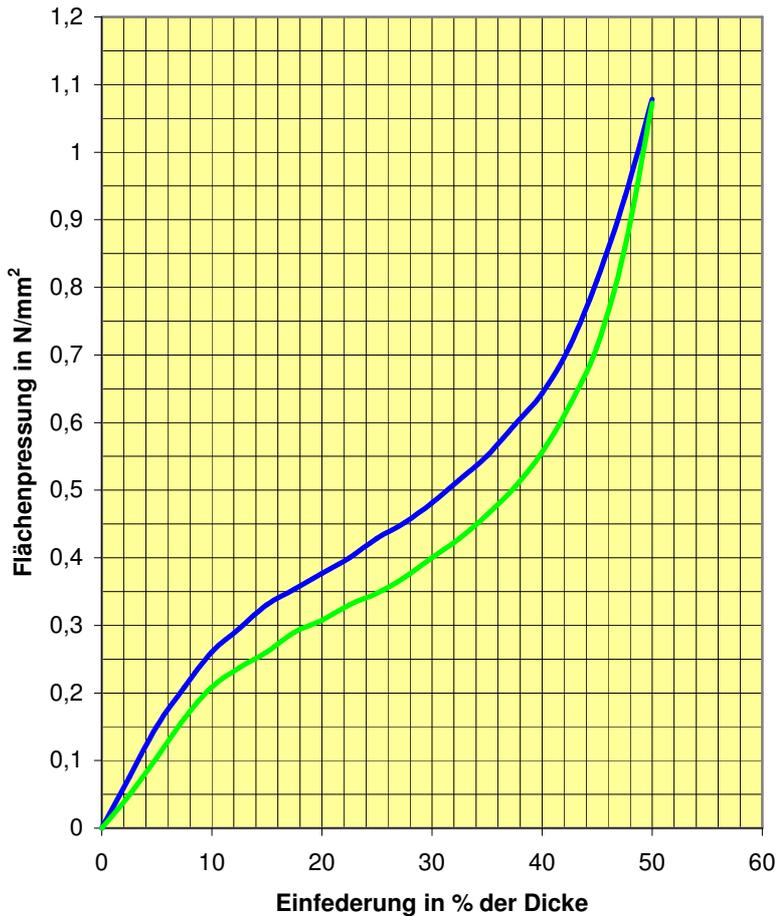


Das Raumgewicht von 350 kg/m^3 (Type P35) bis 650 kg/m^3 (Type P65) bestimmt die zulässige Flächenpressung von $0,2 \text{ N/mm}^2$ bis $0,9 \text{ N/mm}^2$:

Je höher das Raumgewicht, desto größer die zulässige Belastung.

Bei PHONOLASTIK-Platten mit großem Formfaktor können die zulässigen Druckspannungen bis zu 60% größer sein als im nebenstehenden Diagramm dargestellt.

Kennlinie P 55, 150 mm x 100 mm x 40 mm
Verformungsart: belasten-entlasten

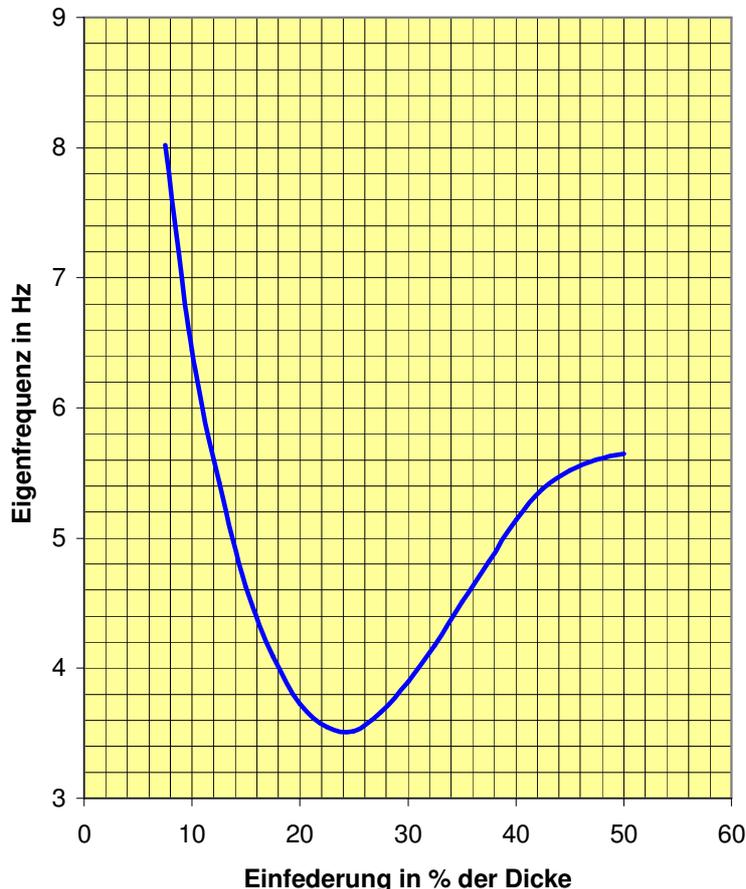


Die Feder- Charakteristik von PHONOLASTIK-Platten ist nicht linear, wie aus dem nebenstehenden typischen Beispieldiagramm ersichtlich.
 Nach einem zunächst linearen Anstieg setzt der degressive Verlauf ein, bei dem das Porenvolumen zusammengedrückt wird.
 Ab einer Einfederung von 25% bis 30% der Ausgangsdicke wird die Kennlinie stark progressiv.
 Der unterschiedliche Kurvenverlauf zwischen **belasten** und **entlasten** wird von der Materialdämpfung erzeugt.

Zum Diagramm:

Material: PHONOLASTIK Type P 55.
 Formfaktor: 0,75
 Probengröße: 150 mm x 100 mm x 40 mm.
 Verformungsart: belasten-entlasten mit $v = 50$ mm/min.
 Konditionierung: ja (3 x vorspannen bis 50 % der Dicke)

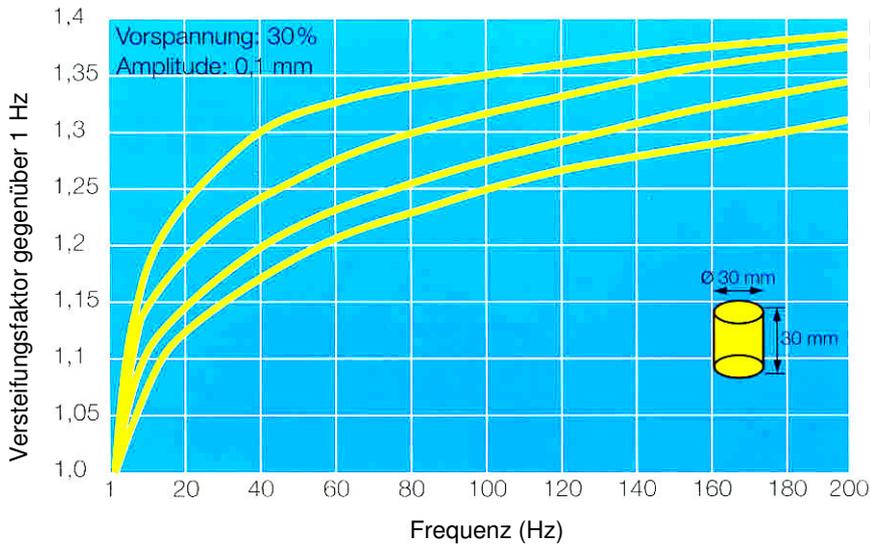
Eigenfrequenz P 55, 150 mm x 100 mm x 40 mm
Verformungsart: belasten



Die aus dem Belastungsdiagramm errechneten Eigenfrequenzen für einen Ein-Massen-Schwinger zeigen eine niedrigste Eigenfrequenz von 3,5 Hz bei einer statischen Einfederung von 24 % der Ausgangsdicke entsprechend einer Belastung von $0,4 \text{ N/mm}^2$. Bei linearer Kennlinie hingegen würde die Eigenfrequenz, errechnet aus der Einfederung von 9,6 mm ca. 5,1 Hz betragen.

Durch geschickte Auswahl der Belastung lassen sich mit PHONOLASTIK-Platten relativ niedrige Eigenfrequenzen bei extrem niedriger Bauhöhe erzielen.

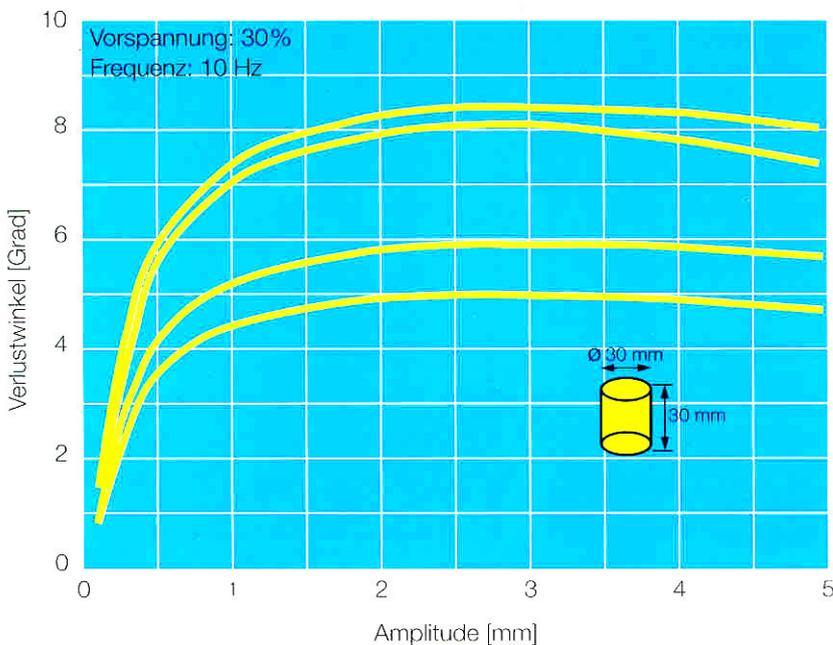
Zum Vergleich: Gummipuffer müßten zum Erzielen einer Eigenfrequenz von 3,5 Hz eine Bauhöhe von 250 mm haben statt 40 mm wie bei PHONOLASTIK, Stahlfedern etwa eine Bauhöhe von 120 mm.



Dynamische Versteifung

P 35
P 45
P 55
P 65

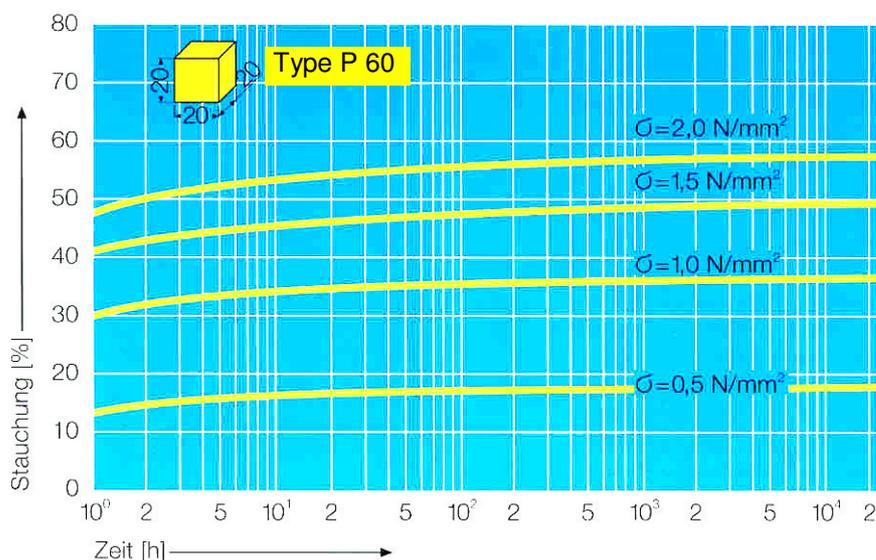
PHONOLASTIK weist eine sehr geringe dynamische Versteifung bis in hohe Frequenzbereiche auf. Im Diagramm sind die Versteifungsfaktoren für Frequenzen von 1 Hz bis 200 Hz dargestellt. Der Versteifungsfaktor ist definiert als das Verhältnis von **Steifigkeit** bei einer sinusförmigen Belastung mit einer Amplitude von 0,1 mm im **Frequenzbereich** von 1 Hz bis 200 Hz **zu** **Steifigkeit** bei einer sinusförmigen Belastung mit einer Amplitude von 0,1 mm bei einer **Frequenz von 1 Hz**. Die dynamische Versteifung ist eine Folge der Werkstoffdämpfung.



Dämpfung

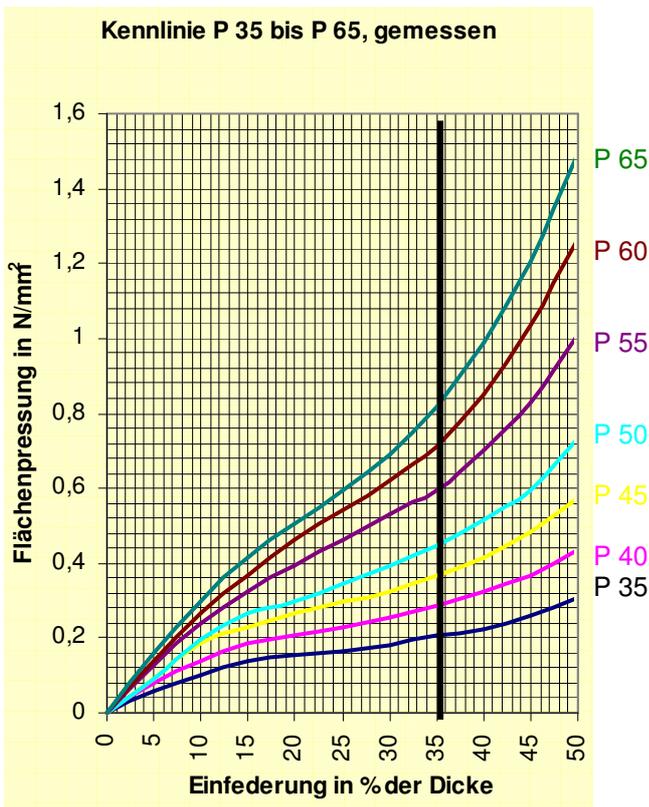
P 35
P 45
P 55
P 65

Die Dämpfung von PHONOLASTIK ist nicht nur abhängig von der Erregerfrequenz (siehe dynamische Versteifung), sondern auch von der Schwingungsamplitude. Der Verlustwinkel, ein Maß für die Materialdämpfung, ist bei kleinen Amplituden vorteilhaft gering und erreicht sein Maximum bei Amplituden von 2 mm - 3 mm, um dann wieder abzunehmen. Bei kleinen Schwingungsamplituden im Bereich der Erregerfrequenz wird der Isolierfaktor durch die geringe Dämpfung nur unwesentlich verschlechtert, während größere Amplituden in Bereich der Eigenfrequenz gut bedämpft werden und so einer Resonanzüberhöhung entgegenwirken.



Kriechen

Kriechen bei statischer Belastung. Eine mit der Zeit zunehmende Stauchung von PHONOLASTIK-Platten bei konstanter Belastung, das Kriechen, kann bei der üblichen Anwendung, Belastung bis zu einer Einfederung von max. 35 % der ursprünglichen Höhe, vernachlässigt werden. Bei besonderen Anwendungen ist das Kriechen gemäß dem beispielhaften Diagramm für die Qualität P 60 bei der Planung zu berücksichtigen.



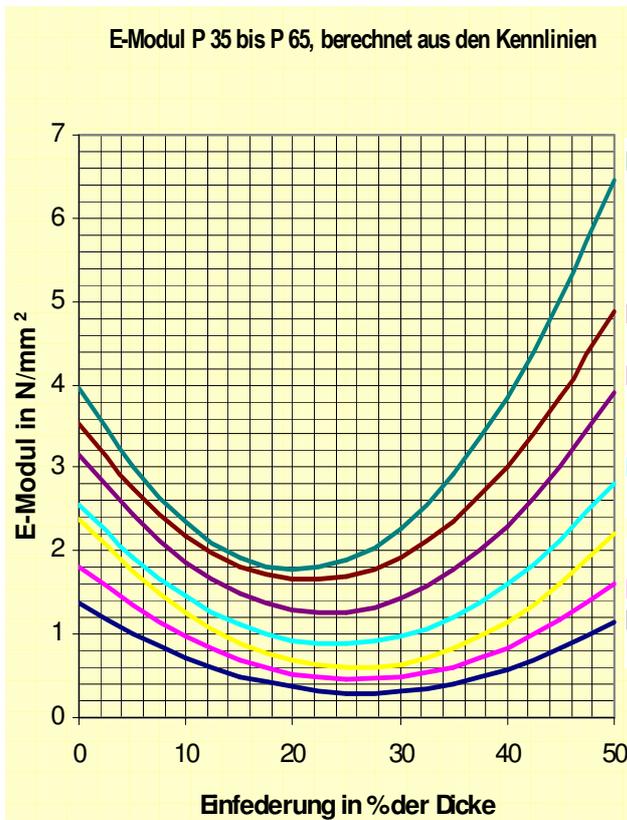
Belastungsverhalten

Die an Probekörpern mit den Maßen von 35 mm Ø x 40 mm dick gemessenen Einfederungen in % der Dicke unter Last für PHONOLASTIK-Platten der Typen P 35 bis P 65 sind nebenstehend dargestellt.

Die Kurvenzüge sind nur für konditioniertes Material mit niedrigen Formfaktoren gültig.

Der Formfaktor ist definiert zu druckbelastete Fläche / freie Fläche und errechnet sich für die Probekörper mit einem Ø von 35 mm und einer Dicke von 40 mm zu 0,22.

Nicht anwendbar ist das Diagramm für Platten, deren Breite größer als die Dicke ist, da sich unter dem Einfluß des Formfaktors (Behinderung der Querdehnung) andere Kurvenverläufe ergeben: Das Material wird insgesamt härter.



Elastizitätsmodul

Von einem Elastizitätsmodul im klassischen Sinne kann man bei PHONOLASTIK-Platten nicht sprechen, da ein Modul normalerweise eine konstante Größe ist. Setzt man jedoch den am Belastungspunkt gültigen Elastizitätsmodul ein, können die schwingungstechnischen Berechnungen mit diesem fehlerfrei durchgeführt werden.

Das Diagramm zeigt die aus dem Belastungsdiagramm errechneten E-Module in Abhängigkeit von der statischen Einfederung.

Es gelten die unter „Belastungsverhalten“ gemachten Einschränkungen.

Werkstoff-Kennwerte

Eigenschaft	Prüfung nach	PHONOLASTIK Type							Dimension
		P 35	P 40	P 45	P 50	P 55	P 60	P 65	
Rohdichte	DIN 53 420	350	400	450	500	550	600	650	kg/m ³
Zugfestigkeit	DIN 53 571 Probekörper A	3,0	3,5	4,0	4,5	5,5	6,5	7,0	N/mm ²
Bruchdehnung	DIN 53571 Probekörper A	350	350	400	400	400	400	400	%
Weiterreißwiderstand	DIN 53515	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	N/mm
Druck- verformungsrest bei 50%/70 h/20°C 50%/22 h/70°C	DIN 53572	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	%
		5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,5	5,5	%

Die Chemie

Beständigkeit und Quellverhalten

PHONOLASTIK ist beständig gegen Öle, Fette und andere aliphatische Kohlenwasserstoffe. Bei Lagerung in den genannten Stoffen ist in der Regel keine oder eine nur sehr geringe Quellung zu beobachten.

Ozon bewirkt eine Braunfärbung des im ursprünglich hellgelben Materials bis zu kräftigen, dunklen Brauntönen, ohne daß sich dadurch irgendwelche Nachteile bezüglich der Beständigkeit oder der physikalischen Eigenschaften ergeben.

Chemisch unverträgliche Stoffe sind :
Heißwasser, Dampf, starke Säuren und starke Laugen.

Die Einwirkung chemisch unverträglicher Stoffe führt zur Quellung mit Veränderung der elastischen Eigenschaften, in Extremfällen zur Zersetzung des Materials.

Temperaturverhalten

Bei Temperaturen zwischen 0⁰ C und 100⁰ C ändert sich die Federkennlinie nur gering.

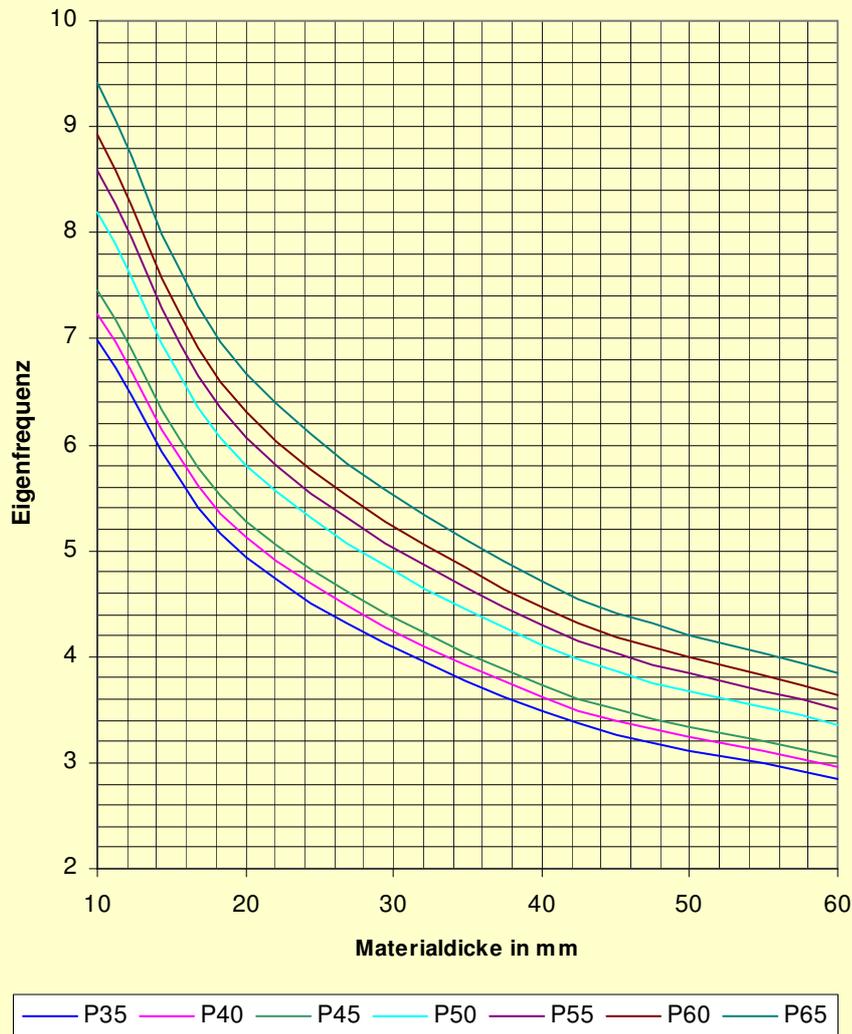
Tiefe Temperaturen bewirken einen Anstieg der Federrate, eine spürbare Verhärtung tritt jedoch erst bei Temperaturen unter -30⁰ C auf.

Bei starker dynamischer Beanspruchung sollte die Umgebungstemperatur 60⁰ C nicht übersteigen.

Quellverhalten von PHONOLASTIK-Platten

	Quellung	Beständigkeit
Alkohole	stark	+
Glykole	stark	+
Glykoether	gering	+
Ketone	stark	+
Ether	gering	+
Chlorkohlenwasserstoffe	sehr stark	+
Mineralöle und Fette	gering	+
Aromatische Kohlenwasserstoffe	gering	+
Aliphatische Kohlenwasserstoffe	gering	+
Wasser	gering	+
Säuren	gering	-
Laugen	gering	-
Salzlösungen	gering	-

Eigenfrequenzen von PHONOLASTIK-Platten bei einer Einfederung von 35 % der Dicke



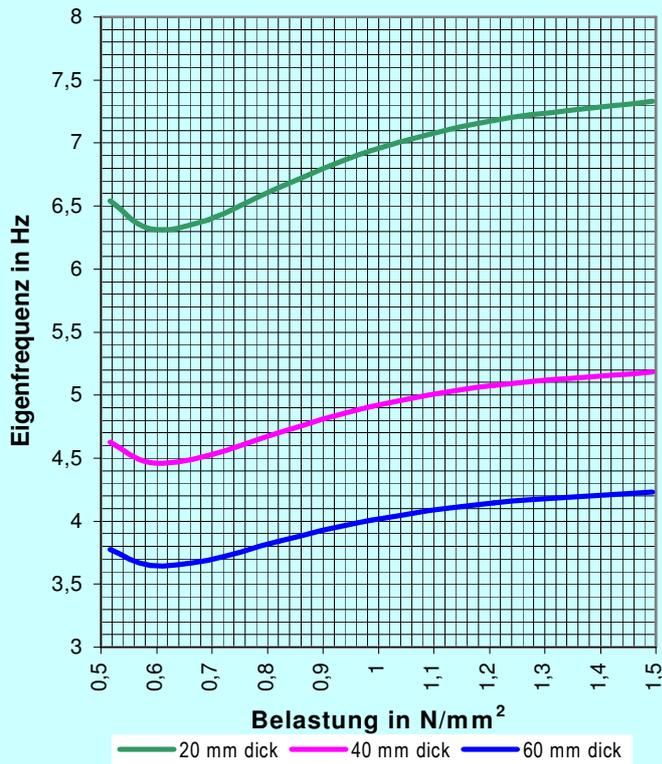
Die mit PHONOLASTIK-Platten verschiedener Qualität und Dicke erzielbaren Eigenfrequenzen bei einer Belastung, die zu einer Einfederung zu 35 % der Dicke führt, zeigen eine Spannweite von 3 Hz bis 9,6 Hz.

Für die Kurven gilt folgende Einschränkung:

- Die Breite der PHONOLASTIK-Platten ist nicht größer als Materialdicke.
- Das Material ist konditioniert (3 x bis zu 50 % der ursprünglichen Dicke zusammengedrückt).

Breitere Platten führen zu einer Erhöhung der Eigenfrequenz wegen der Behinderung der Querausdehnung: Die Eigenfrequenz kann bis zum Faktor 2 höher sein bei dünnen, großflächigen Platten mit großer Dichte (Qualität P50 bis P65)

Eigenfrequenzen von PHONOLASTIK-Platten Type P65, konditioniert



Eigenfrequenzen für Type P65

Die mit PHONOLASTIK-Platten der Type P65 erzielbaren Eigenfrequenzen liegen je nach Belastung zwischen

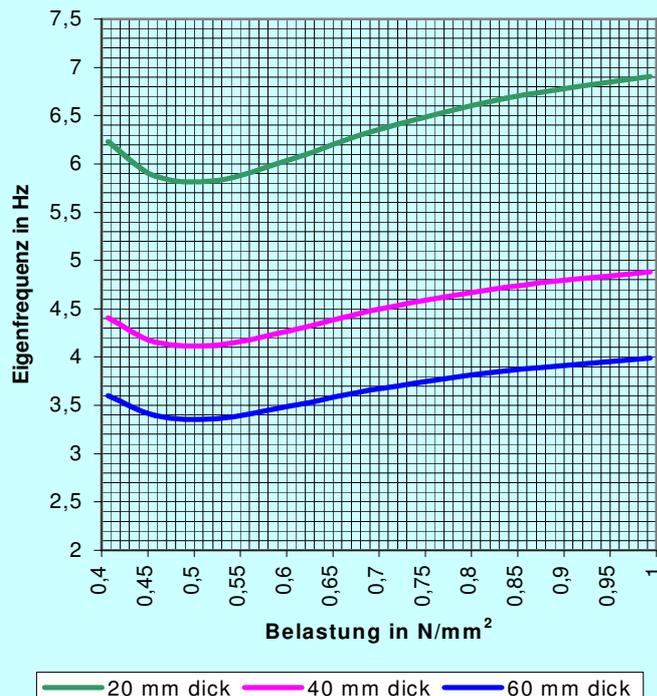
6,3 Hz bis 7,4 Hz für eine Materialdicke von 20 mm,
4,5 Hz bis 5,1 Hz für eine Materialdicke von 40 mm,
3,7 Hz bis 4,2 Hz für eine Materialdicke von 60 mm.

Dünne, großflächige Platten mit Breiten, die erheblich über der Dicke liegen, haben wegen des Einflusses des Formfaktors höhere Eigenfrequenzen.

Zum Diagramm:

Material: PHONOLASTIK Type P65.
Formfaktor: 0,22
Probengröße: Ø 35 mm x 40 mm.
Verformungsart: belasten-entlasten mit $v = 50$ mm/min.
Konditionierung: ja (3 x vorspannen bis 50 % der Dicke)
Eigenfrequenzen: berechnet aus den Belastungsdiagrammen.

Eigenfrequenzen von PHONOLASTIK-Platten Type P55, konditioniert, ohne Formfaktor



Eigenfrequenzen für Type P55

Die mit PHONOLASTIK-Platten der Type P55 erzielbaren Eigenfrequenzen liegen je nach Belastung zwischen

5,8 Hz bis 6,7 Hz für eine Materialdicke von 20 mm,
4,2 Hz bis 4,7 Hz für eine Materialdicke von 40 mm,
3,4 Hz bis 3,9 Hz für eine Materialdicke von 60 mm.

Dünne, großflächige Platten mit Breiten, die erheblich über der Dicke liegen, haben wegen des Einflusses des Formfaktors höhere Eigenfrequenzen.

Zum Diagramm:

Material: PHONOLASTIK Type P55.
Formfaktor: 0,22
Probengröße: Ø 35 mm x 40 mm.
Verformungsart: belasten-entlasten mit $v = 50$ mm/min.
Konditionierung: ja (3 x vorspannen bis 50 % der Dicke)
Eigenfrequenzen: berechnet aus den Belastungsdiagrammen.