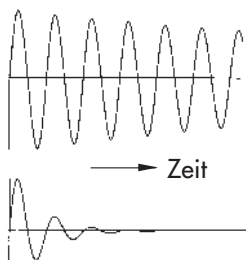




Technologie

Bei einer **relativ harten** Maschinenlagerung sind die Schwingweiten des gelagerten Gerätes minimal, der resultierende Isolierwirkungsgrad ist aber auch wesentlich geringer als bei einer weicheren Lagerung. Eine **weiche** Aufstellung ist isoliertechnisch sehr effizient, beeinträchtigt aber die Maschinenstabilität und kann zu unkontrollierter Arbeitsweise der Anlage führen (Beispiel: Rahmenverwindungen an Produktionsmaschinen). Es muss somit für den jeweiligen Maschinentyp der ideale Kompromiss zwischen Grösse des Isolierwirkungsgrades und zulässiger Maschineneinfederung gesucht werden. Als generelle Richtlinie sollen Werkzeugmaschinen, Bearbeitungszentren etc. eher **hart** und Aggregate wie Kompressoren, Generatoren und Pumpen etc. relativ **weich** gelagert werden. Gummi als formelastisches Medium ist wohl das universellste Material in der Technik der Schwingungsisolierung.



Stahlfeder
(keine Eigendämpfung)

Kautschukfeder
(Eigendämpfung)

Mit seinen besonderen Eigenschaften bietet der Kautschuk als Dämpfungs- und Federelement wesentliche Vorteile. So

können Gummielemente kurzzeitig beachtliche Überbelastungen aufnehmen ohne Schäden zu erleiden. Bei dynamischer Beanspruchung wird, im Gegensatz zu Stahlfedern, durch innere Reibung der Moleküle Energie in Wärme umgewandelt.

Dieser Vorgang – Dämpfung genannt – ist konstant und überall dort erforderlich, wo sich eine Resonanz aufbauen kann oder Stösse rasch ausklingen müssen.

Zwei grundsätzlich verschiedene Arten der Kautschukbeanspruchung wurden der Konzipierung der ROSTA-Schwingungsdämpfer zugrunde gelegt:

- reine Zug- oder Druckbelastung bei den Schwingungsdämpfern der Reihen V, ISOCOL und N. Diese Elemente relativ einfacher Bauweise decken den mittleren Eigenfrequenzbereich zwischen 15 und 30 Hz ab.
- Beanspruchung vorgespannter Gummikörper durch Dreh-Walkbewegung des ROSTA-Gummifederelementes über Hebel in sogenannten Federdämpfern. Dieses System ermöglicht den Bau von Schwingungsdämpfern im Niederfrequenzbereich von 2 bis 10 Hz. Es sind dies die Typen ESL und AB.

Die folgende Übersicht des gesamten Lieferprogrammes zeigt die Vorteile und Einsatzbereiche der verschiedenen Ausführungen. Bei komplexen Anwendungen und allfällig auftretenden Fragen wenden Sie sich vertrauensvoll an unseren technischen Dienst, der Sie gerne beraten wird.

Überlegene Technik

dämpfend
in allen Richtungen

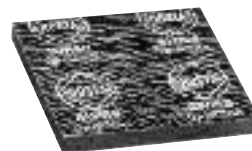


ein- oder
beidseitig haftend

weites
Frequenzspektrum



kleine Masse
grosse Wirkung



mobil oder
stationär verwendbar



einfachste
Nivellierung





Technologie

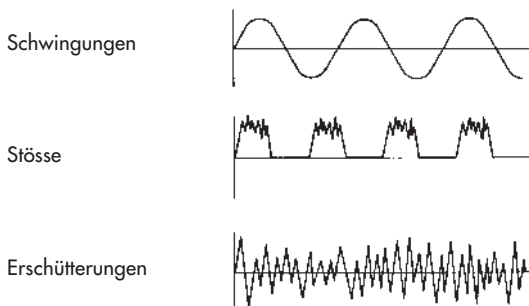


Fig. 1

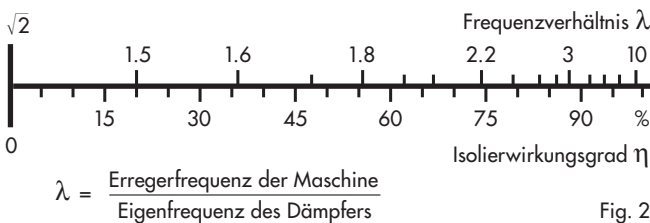


Fig. 2

Schallhärte-Verhältnis, bezogen auf Stahl:	Stahl	1 : 1
	Messing	1 : 1.3
	Kork	1 : 400
	Kautschuk	1 : 800
	Luft	1 : 90000

Fig. 3

Isolierung von Vibrationen und Körperschall

Die Schwingungstechnik unterscheidet grundsätzlich zwischen 3 verschiedenen Schwingungsbildern (Fig. 1). Schwingungen und Erschütterungen werden in der Regel überkritisch, Stösse dagegen unterkritisch gelagert.

$$\text{Überkritisch: } \frac{\text{Störfrequenz (Maschine)}}{\text{Eigenfrequenz (Dämpfer)}} = > 1$$

$$\text{Unterkritisch: } \frac{\text{Störfrequenz (Maschine)}}{\text{Eigenfrequenz (Dämpfer)}} = < 1$$

Mechanische Schwingungen

Die Technik der Schwingungsisolierung besteht darin, das störende oder zu schützende Objekt von der Umgebung zu trennen. Dies geschieht durch entsprechende Frequenzabstimmung, d. h. je grösser das Frequenzverhältnis, desto höher die zu erwartende Isolierung (Fig. 2).

Körperschallwellen

Während die Isolierung von Störkräften mit Hilfe der Schwingungstheorie errechnet wird, gehorcht die Körperschalldämmung den Gesetzen der Wellenmechanik. Die Wirkung ist vom Schallhärte-Verhältnis (Schallhärte, auch Wellenwiderstand = Schallgeschwindigkeit x Dichte) der trennenden Materialien abhängig. Die nebenstehende Tabelle (Fig. 3) zeigt einige Vergleichswerte. Mit einer Stahl-Kautschuk-Kombination wird generell eine optimale Dämmwirkung über den ganzen Frequenzbereich erreicht.

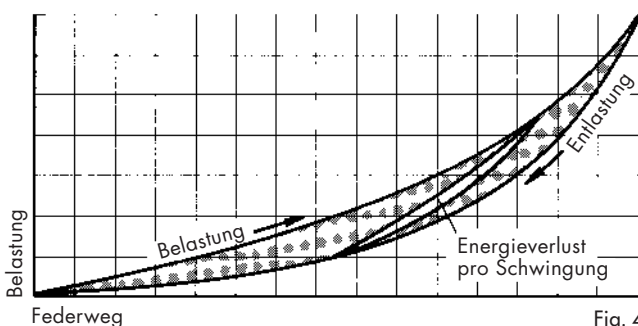


Fig. 4

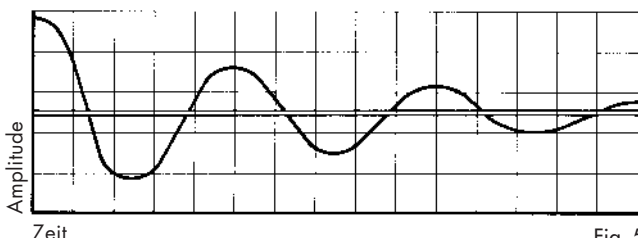


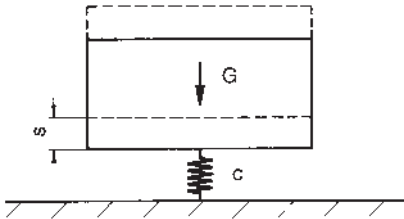
Fig. 5

Dämpfung

Die Dämpfung beruht auf der inneren Verlustarbeit des Lagerungswerkstoffes Gummi, die während des Schwingungsvorganges geleistet wird. Dabei wird ein Teil der Schwingungsenergie in Wärme umgewandelt. Die schraffierte Fläche (Fig. 4) zwischen der Belastungs- und der Entlastungskurve entspricht der Verlustarbeit d. h. Dämpfung. In der Praxis ist die Eigenschaft der Dämpfung bedeutungsvoll, wenn die elastisch gelagerte Maschine das Resonanzfeld durchfährt und dabei aufzuschaukeln droht. Die natürliche Werkstoffdämmung der ROSTA-Schwingungsdämpfer beschränkt die Ausschläge auf ein Minimum. Einmalig angeregte Schwingungen klingen praktisch unmittelbar ab. Für eine solche Schwingung ist der Amplitudenverlauf in Abhängigkeit von der Zeit in Fig. 5 dargestellt.



Technologie



$$\text{Eigenfrequenz } n_e = \frac{300}{\sqrt{s \text{ (in cm)}}} = \text{min}^{-1}$$

$$\text{oder } \frac{5}{\sqrt{s \text{ (in cm)}}} = \text{Hz}$$

Fig. 6

Eigenfrequenz des Schwingungsdämpfers

Auch einfache Anwendungsfälle brauchen für die Auswahl der Schwingungsdämpfer einige Elementarkenntnisse der Schwingungsisolierung. Ein wichtiger Begriff ist die Eigenfrequenz des Dämpfers. Gemessen in min^{-1} oder Hz, d. h. in Anzahl Schwingungen je Minute oder Sekunde, die zur Resonanzerrregung führen.

Die Eigenfrequenz n_e ist abhängig von der Einfederung s (cm) unter Last G (N). Sie lässt sich nach Formel Fig. 6 berechnen.

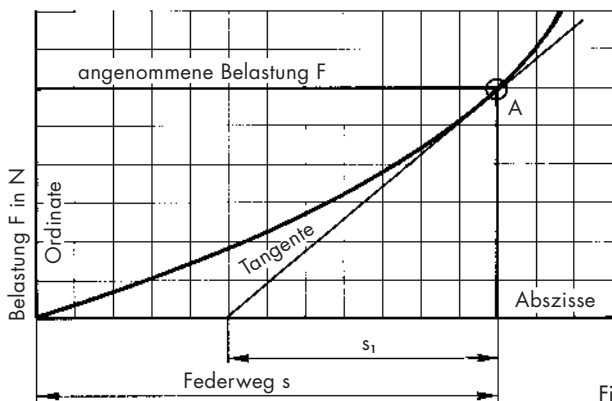


Fig. 7

Eigenfrequenz bei parabelförmiger Federkennlinie

Nur bei Schwingungsdämpfern aus Stahlfedern ist die Dämpfer-Eigenfrequenz direkt von der gemessenen Einfederung nach Formel gemäss Fig. 6 ableitbar. Stahlfedern haben eine lineare Charakteristik und somit eine Federkonstante. Sie weisen jedoch keine Dämpfung auf und sind nur für reine Schwinglagerungen geeignet.

Bei allen übrigen Dämpfungsmaterialien wie Gummi, Kork etc. findet unter Belastung eine Verformung statt und dadurch wird die effektiv gemessene Einfederung grösser als die wirklich resultierende Eigenfrequenz. Gummifedern haben eine parabelförmige Kennlinie und die aus der jeweiligen Belastung resultierende Eigenfrequenz liegt daher wesentlich über dem einfederungskonformen Rechnungswert (Fig. 7: s_1 ist frequenzbestimmend). Die folgenden Katalog-Frequenzwerte sind gemessen und vom s_1 -Federweg abgeleitet.

Die Eigenfrequenzwerte müssen ausserhalb des Resonanzfeldes liegen. Übereinstimmung zwischen Erregerfrequenz n_{err} und Eigenfrequenz n_e führen zu einer unerwünschten Aufschaukelung.

- $\lambda < 1$: Keine definierbare Schwingungsisolierung und geringere Körperschalldämmung
- $\lambda = 1$: Aufschaukelung, Maximalwerte je nach Eigendämmung D innerhalb des Resonanzbereiches
- $\lambda > \sqrt{2}$: Schwingungsisolierung, Wirkungsgrad η , abhängig von λ , sowie effiziente Körperschalldämmung

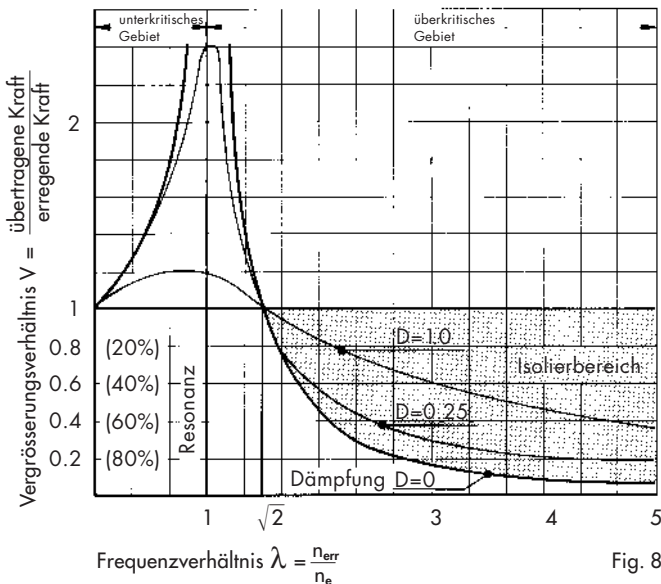


Fig. 8

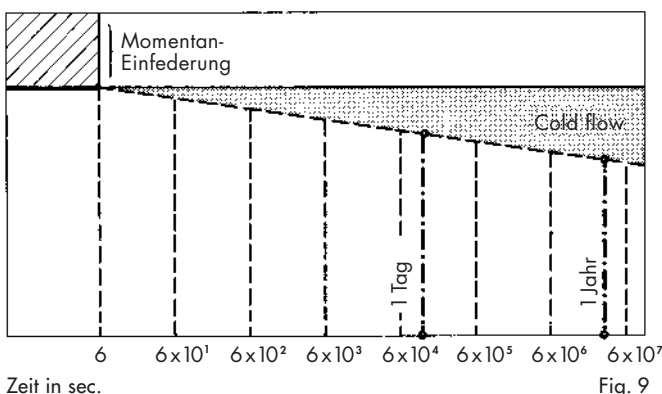


Fig. 9

Fliesen

Unter Belastung zeigen alle elastischen Werkstoffe im Laufe der Zeit eine mehr oder weniger bleibende messbare Verformung. Diese macht sich in einer relativ geringen zusätzlichen Einfederung, dem Fliesen, bemerkbar. Diese Fließnachgiebigkeit (Cold flow) verläuft gradlinig über logarithmischen Zeitmassstab. Aus der Darstellung Fig. 9 ist ersichtlich, dass nach der Belastung über einen Tag bereits mehr als die Hälfte dieser Fließverformung eines Jahres erreicht wird. Das Setzen der ROSTA-Schwingungsdämpfer beträgt ca. +10% der jeweiligen Nominaleinfederung gemäss Katalogangabe.

Schwingungsdämpfer



Technologie

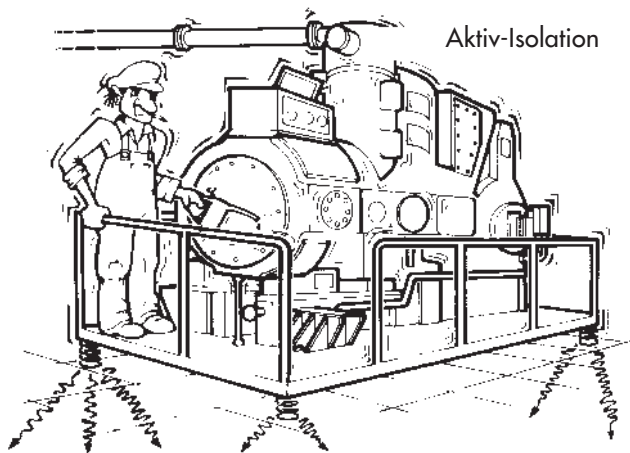


Fig. 10

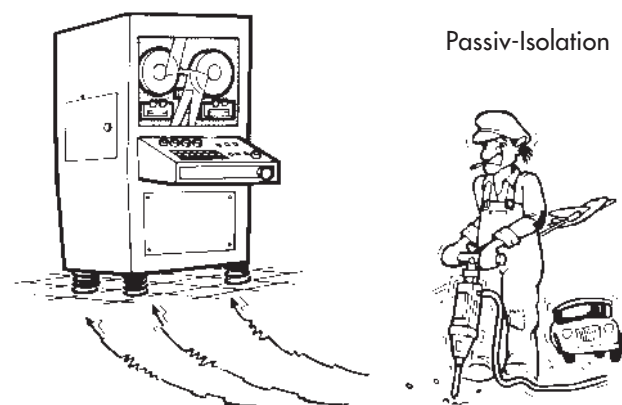


Fig. 11

Aktiv- und Passiv-Isolation

Grundsätzlich werden in der Praxis aus zwei verschiedenen Gründen elastische Zwischenlagen, d. h. Schwingungsdämpfer montiert.

Praktische Erwägungen

Die schwingungsdämpfenden Maschinenlagerungen ermöglichen die allzeit **flexible** Aufstellung des Maschinenparks. Herkömmliche Bodenverankerungen entfallen fast gänzlich und die Maschinen können mit wenigen «Handgriffen» und entsprechend neuen Fertigungsabläufen umgestellt werden. Weiter lassen sich mit der meist integrierten Nivellierungsmöglichkeit allfällige Bodenunebenheiten einfachst kompensieren.

Schützende Erwägungen

Personen, Umwelt, Gebäudesubstanz und die Maschinen selber werden durch die **vibrationskompensierenden** Maschinenlagerungen effizient geschützt. Schwingungen und Erschütterungen werden stark vermindert und das Arbeitsklima wird verbessert.

Aktiv- oder Direktisolation bedeutet, Schwingungen und Stöße einer arbeitenden Maschine zu dämpfen, d. h. zu verhindern, dass Vibrationen auf Fundament, Nebenzimmer, Gebäude etc. weitergeleitet werden. In jedem Falle ist hier die Störfrequenz, die Struktur der Maschine sowie deren Standort zu berücksichtigen. Es ist die häufigste Art von Schwingungsisolierung und tritt praktisch in jedem Betrieb oder Haushalt auf.

Passiv- oder Indirektisolation bedeutet, empfindliche Einrichtungen wie Waagen, Messgeräte und Laboreinrichtungen vor Schwingungen und Stößen abzuschirmen. Die schwingungstechnischen Bedingungen können hier stark von der Umgebung abhängen, kommen doch Störungen häufig auch von ausserhalb, wie von der Strasse, Bahn oder Grossbaustelle. Um dieses Spektrum zu definieren, ist zuweilen auch der Zuzug des Schwingungstechnikers zu empfehlen.

Bestimmung der Auflagekräfte

a) Verteilung der ROSTA-Schwingungsdämpfer am/unter dem Maschinenrahmen

Alle Elemente sind so einzubauen, dass sie gleichmässig belastet werden, resp. einfedern. Wenn, wie oft in der Praxis, asymmetrische Schwerpunkt-Verhältnisse und damit unterschiedliche Belastung und Einfederung angetroffen werden, können die Auflagekräfte nach Schema Fig. 12 ermittelt werden. Die Differenzen der Einfederung sind in solchen Fällen mittels Nivellierplatten auszugleichen.

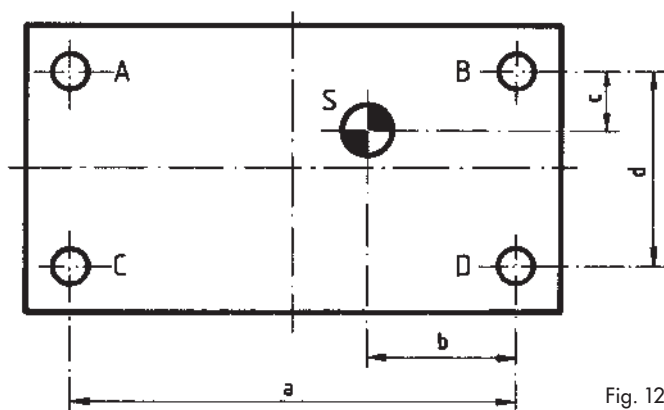


Fig. 12

A, B, C, D Lagerpunkte der Schwingungsdämpfer
S Masse im Gesamtschwerpunkt

$$\text{Belastung im Punkt A} = S \cdot \frac{b}{a} \cdot \frac{d-c}{d}$$

$$B = S \cdot \frac{a-b}{a} \cdot \frac{d-c}{d}$$

$$C = S \cdot \frac{b}{a} \cdot \frac{c}{d}$$

$$D = S \cdot \frac{a-b}{a} \cdot \frac{c}{d}$$