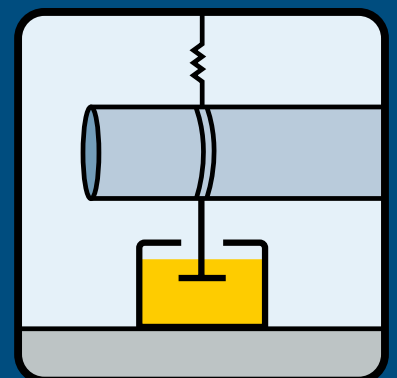


Schwingungsschutz für Rohrleitungen



Typischer GERB Rohrleitungsdämpfer



Zum Schutz von Rohrleitungen und Komponenten aller Art gegen Schwingungen werden im Kraftwerks- und Anlagenbau immer häufiger Rohrleitungsdämpfer eingesetzt. Bereits 1951 wurden viskoelastische Dämpfer von GERB für Rohrleitungsanwendungen patentiert.

Praktische Erfahrungen in Kraftwerken und verfahrenstechnischen Anlagen zeigen, dass die Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Rohrleitungen wesentlich durch ihre dynamischen Eigenschaften bestimmt werden. Dynamische Anregungen treten in Rohrleitungen sowohl bei normalem Betrieb als auch bei Stör- und Schadensfällen auf.

Hydrodynamische Kräfte und Druckstöße, wie sie beispielsweise beim Öffnen und Schließen von Ventilen entstehen, regen Rohrleitungen und Aggregate ebenso zu Schwingungen an wie angeschlossene Pumpen, Kompressoren oder Turbinen. Dazu können noch äußere Anregungen kommen, beispielsweise bei Erdbeben, die sich über das Bauwerk auf die Rohrleitungssysteme übertragen. In allen Fällen kann es zu unzulässigen Ausschlägen und Überbeanspruchungen der Rohrleitungen und der angeschlossenen Komponenten kommen.

Da Rohrleitungen nur eine sehr geringe Eigendämpfung besitzen, sind dynamische Anregungen immer dann besonders kritisch, wenn sie Frequenzen enthalten, die mit den Eigenfrequenzen des Systems übereinstimmen. In solchen Fällen kann es zu resonanzartigen Verstärkungen der Rohrleitungsausschläge kommen. Aber auch Betriebsschwingungen mit relativ kleinen Ausschlägen können zu Materialermüdung und Dauerbrüchen führen.

Zur Sicherung von Rohrleitungssystemen hat GERB viskoelastische Dämpfer entwickelt.

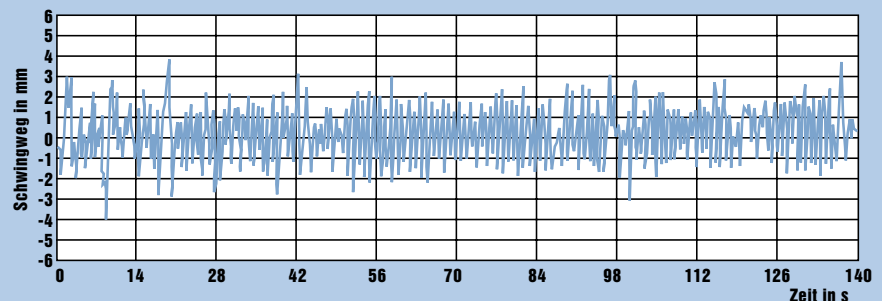
Dabei ist auf der Grundlage jahrzehntelanger Erfahrung ein Sicherungselement entstanden, das sich durch eine Vielzahl von positiven Eigenschaften auszeichnet:

- GERB Rohrleitungsdämpfer mindern Schwingungen gleichzeitig in allen Raumrichtungen.
- GERB Rohrleitungsdämpfer entwickeln bei stoßartiger Belastung hohe Haltekräfte; langsame Bewegungen werden dagegen nicht behindert.
- GERB Rohrleitungsdämpfer dämpfen Betriebsschwingungen durch die gezielte Erhöhung der Systemdämpfung.
- GERB Rohrleitungsdämpfer wirken bei auftretenden Schwingungen sofort ohne Zeitverzögerung und Ansprechverschiebung.
- GERB Rohrleitungsdämpfer sind einfach im Aufbau und in der Handhabung. Sie enthalten keine Verschleißteile und sind praktisch wartungsfrei.

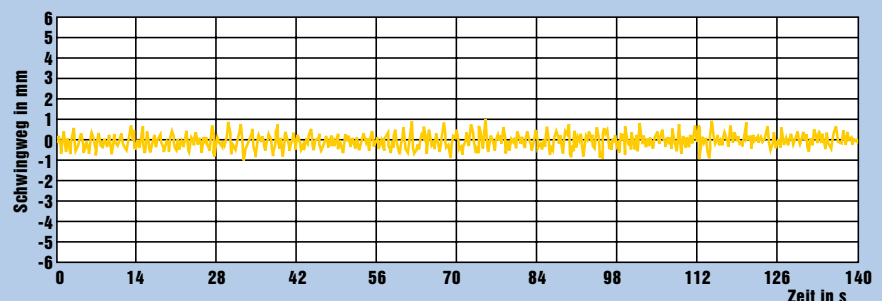
GERB Rohrleitungsdämpfer bestehen im Wesentlichen aus drei Komponenten:

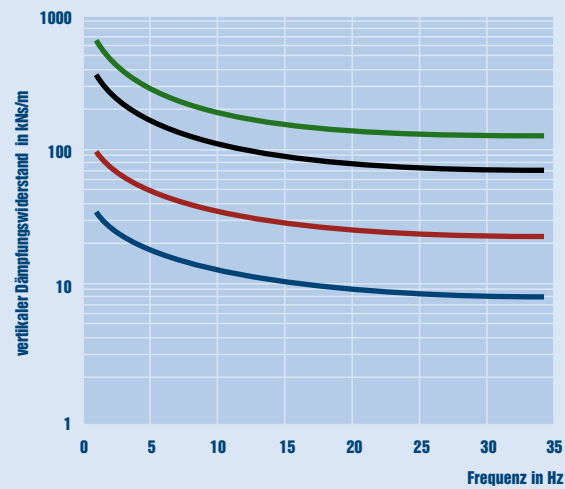
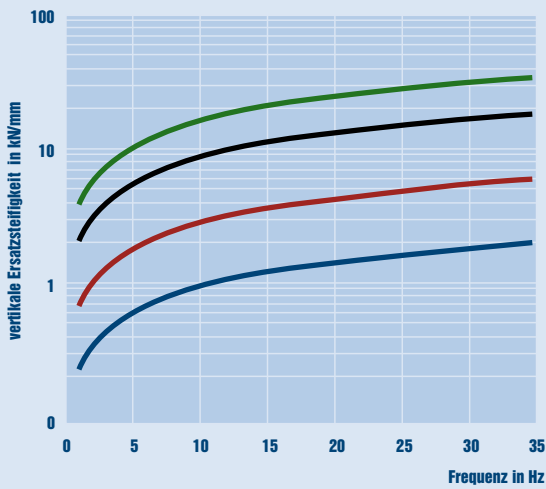
- dem Dämpfergehäuse,
- dem Dämpfungsmedium und
- dem Dämpferstempel, der in das Dämpfungsmedium eintaucht und bis zu den Gehäusewänden frei verschiebbar ist.

Die in erster Näherung geschwindigkeitsproportionale Dämpfungskraft entsteht durch Scherungs- und Verdrängungsvorgänge im Dämpfungsmedium.



Rohrleitungsschwingungen ohne (oben) und mit GERB-Rohrleitungsdämpfern (unten)





Typischer Verlauf der vertikalen Ersatzsteifigkeit und des vertikalen Dämpfungswiderstandes von GERB Rohrleitungsdämpfern

Bei der Auslegung und Auswahl von GERB Rohrleitungsdämpfern können folgende Kennwerte herangezogen werden:

- Nennlast [kN]
- Vertikaler und horizontaler Dämpfungswiderstand [kNs/m]
- Vertikale und horizontale Ersatzsteifigkeit [kN/mm]
- Vertikale und horizontale Arbeitswege [mm]
- Betriebstemperatur [°C]

Die **Nennlast** ist die bei Betriebstemperatur zulässige größte dynamische Dämpferkraft.

Der **Dämpfungswiderstand** ist das Verhältnis zwischen maximaler Dämpferkraft und maximaler Geschwindigkeit. Er ist frequenzabhängig und ermöglicht die Beschreibung der dissipativen Eigenschaften von viskoelastischen Dämpfern.

Die **Ersatzsteifigkeit** ist das Verhältnis zwischen maximaler Dämpferkraft und maximalem Weg. Sie ist frequenzabhängig und kann als Hilfsrechengröße in Rohrleitungsberechnungsprogrammen benutzt werden, die nicht mit viskosen Dämpfern arbeiten können.

Der zulässige **Arbeitsweg** ist die Summe aus Wärmedehnung, Stoßantwort und Betriebsschwingung. Standardmäßig liegen die Arbeitswege bei ± 40 mm in horizontaler und vertikaler Richtung.

Dämpfer für größere Wege sind ebenfalls verfügbar. Außerdem können Dämpfer zum Anpassen an größere Wärmedehnungen voreingestellt werden.

Die **Betriebstemperatur** ist die maximale Temperatur, die sich bei Dauerbetrieb der Anlage im Dämpfungsmedium einstellt.

GERB setzt je nach Anwendungsfall und Einsatztemperatur unterschiedliche Dämpfertypen und Dämpfungsmedien ein. Es werden folgende Baureihen unterschieden:

- **Typ VES** für kerntechnische Anlagen gemäß KTA-Richtlinie 3205.3 und TÜV Lastenheft. (Die **Typenreihe VRD** ist baugleich, wird aber ohne Prüfung und Dokumentation geliefert.)
- **Typen RRD und RRD..TU** für konventionelle Kraftwerke und chemische Anlagen.
- **Typ RHY** für allgemeine industrielle Anwendungen.

- **Typ VD..TU** zum Schutz von Rohrleitungen und Aggregaten speziell im Erdbebenfall.

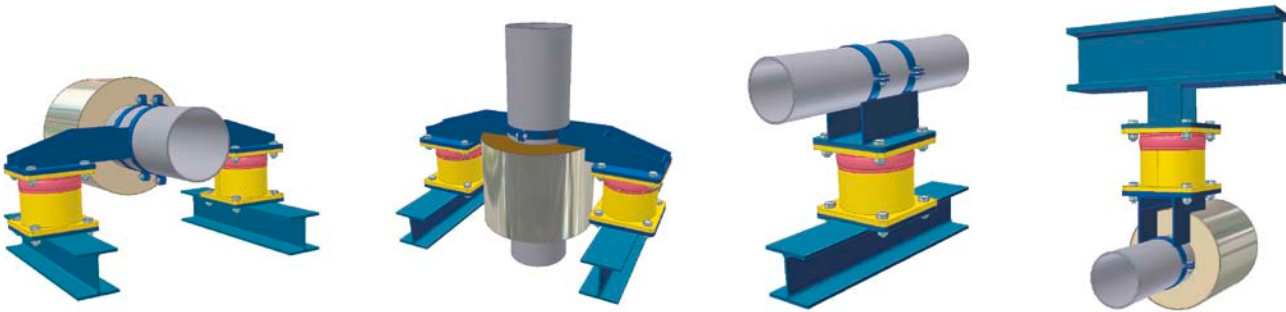
Die Typenreihen RRD..TU und VD..TU sind einsetzbar für Betriebstemperaturen von -30 °C bis $+130$ °C.

Die Typenreihen VES (VRD) und RRD werden mit Dämpfungsmedien für 20 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C und in Sonderfällen für 70 °C und 80 °C ausgeführt.

Die Typenreihe RHY ist einsetzbar für Betriebstemperaturen zwischen -10 °C und $+40$ °C.

Einbaubeispiel eines Rohrleitungsdämpfers Typ VES





Hinweise für den Rohrleitungsplaner

Aufgrund des geschwindigkeitsproportionalen Verhaltens übertragen GERB Rohrleitungsdämpfer keine statischen Kräfte und müssen mit anderen Halterungselementen, wie z. B. Federhängern und Gleitlagern kombiniert werden.

Rohrleitungsdämpfer werden in Bereichen größter Rohrleitungsauslässe, den Schwingungsbäuschen, eingesetzt, um größtmögliche Dämpfungskräfte zu erzielen.

Zur Bedämpfung mehrerer Eigenschwingungsformen ist es empfehlenswert, anstelle eines großen Dämpfers mehrere kleinere Dämpfer einzusetzen.

Mit Hilfe moderner Rohrleitungsprogramme wie ROHR2 und dPipe können viskoelastische Dämpfer bereits in der Planungsphase berücksichtigt und deren dissipativen Eigenschaften praxisnah abgebildet werden.

Rohrleitungsdämpfer können auf, neben oder unter der Rohrleitung installiert werden.

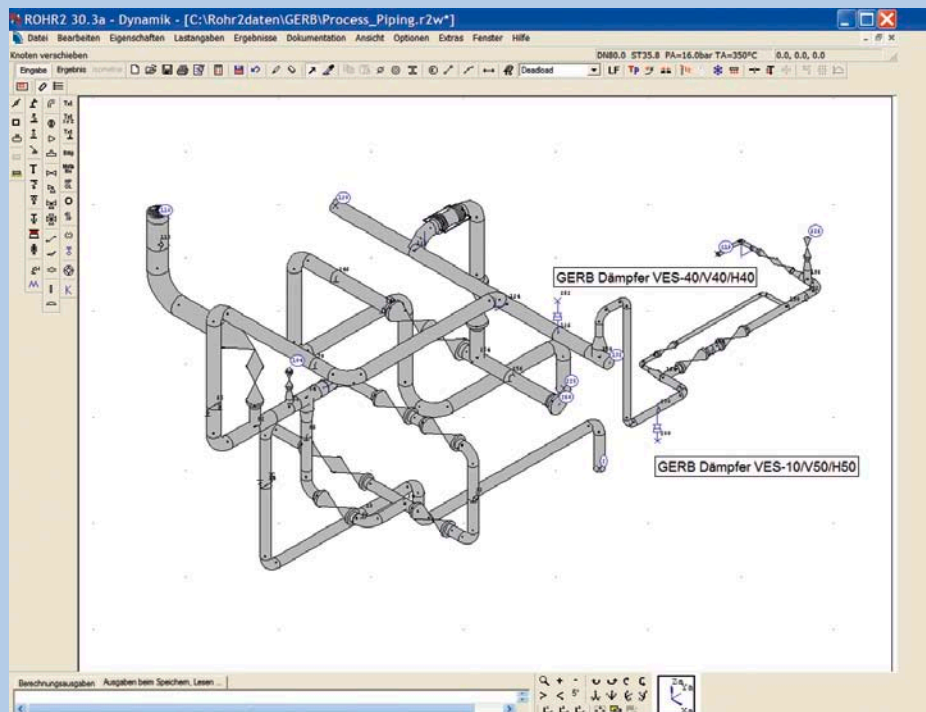
Dabei kann entweder der Dämpferstempel oder der Dämpfertopf mit der Rohrleitung verbunden werden.

Die Belastungsrichtung braucht nicht in die Richtung der Dämpferachse zu fallen, weil Rohrleitungsdämpfer ihre Reaktionskraft in alle Raumrichtungen entwickeln.

Allerdings ist darauf zu achten, dass die Dämpfer immer senkrecht stehend transportiert und eingebaut werden, um ein Auslaufen der viskosen Masse zu vermeiden.

Für die Auswahl der optimalen Dämpfer und der optimalen Einbaulorte stellt GERB gern seine Erfahrung zur Verfügung.

Screenshot eines Rohrleitungsprogrammes





Einbaubeispiele

Land	Projekt / Anlage	Land	Projekt / Anlage
Kernkraftwerke		Konventionelle Kraftwerke	
Argentinien	KKW Atucha	Ägypten	KW Suez I + II + III
Armenien	KKW Medzamor	Belgien	KW Rodenhuize
Belgien	KKW Doel	Chile	KW Mejillones
Bulgarien	KKW Kozloduy	China	KW FuZhou, Fujian KW RiZhao, Shandong KW WaiGaoQiao, Shanghai KW YangShuPu, Shanghai
Brasilien	KKW Angra	Dänemark	KW Avedorevaerket KW Fynsvaerke
China	KKW Daya Bay KKW Lingao KKW Qinshan KKW Tianwan	Deutschland	KW Mannheim KW Mehrum KW Münster KW Niederaussem KW Scholven KW Schwarze Pumpe
Deutschland	KKW Biblis KKW Brokdorf KKW Brunsbüttel KKW Emsland KKW Grohnde KKW Grundremmingen KKW Neckarwestheim KKW Philippsburg	Finnland	KW Lappeenranta KW Rauhalahi
Finnland	KKW Loviisa KKW Olkiluoto	Griechenland	KW Kardia
Indien	KKW Kudankulam	Großbritannien	KW Severn
Litauen	KKW Ignalina	Indien	KW Rihand KW Simhadri KW Talcher
Rumänien	KKW Cernavoda	Niederlande	KW Maasbracht KW Moerdijk
Russland	KKW Balakovo KKW Kalinin KKW Kola KKW Leningrad	Österreich	KW Irsching KW Simmering
Schweden	KKW Forsmark KKW Oskarshamn	Polen	KW Lagisza
	KKW Ringhals	Qatar	KW Ras Laffan
Schweiz	KKW Gösgen KKW Leibstadt	Slowakische Republik	KW Malzenice
Slowakische Republik	KKW Bohunice KKW Mochovce	Spanien	KW Alcudia
Slovenien	KKW Krsko	Syrien	KW Nasserieh KW Zayzoun
Tschechien	KKW Dukovany KKW Temelin	Türkei	KW Antalya KW Iskenderun
Ungarn	KKW Paks	Tschechien	KW Ledvice
USA	KKW Braidwood KKW Calverts Cliff KKW Shearon Harris	Ungarn	KW Gönyü
		USA	KW Baltimore KW South California
Chemische Anlagen		Offshore Anlagen	
Algerien	Arzew, Düngemittelkomplex	Dänemark	South Arne Plattform
Ägypten	Damietta, Düngemittelfabrik (EAgrium)	Deutschland	Mittelplate Plattform
Belgien	BASF Antwerpen ExxonMobil Antwerpen Raffinerie	Grossbritannien	Andrew Plattform (BP) Curlew Plattform (Shell) East Brea Plattform Jade Plattform Murdoch Plattform Ninian South Plattform
Deutschland	Basell Polyolefine BASF Ludwigshafen Bayer Leverkusen DOW Stade Philippsburg	Kanada	FPSO „SeaRose“
Grossbritannien	Stallingborough TiO ₂ -Anlage	Niederlande	FPSO „Aoka Mizu“
Israel	Carmel Olefins, Haifa	Norwegen	Draupner Plattform (StatoilHydro) Ekofisk (ConocoPhillips) Ringhorne (ExxonMobil) Statfjord C Plattform (StatoilHydro)
Kuwait	EQUATE Petrochem. Werk		
Norwegen	Karstö Aufbereitungsanlage		
Saudi Arabien	Safco IV Düngemittelfabrik (Al-Jubail)		
USA	Eastman Chemical		



Für die Ausarbeitung eines Angebotes werden folgende Daten der Rohrleitung benötigt:

- ▶ Betriebstemperatur [°C]
- ▶ Temperaturbereich [°C]
- ▶ Zu dämpfendes Rohrleitungsgewicht [kN]
- ▶ Aufzunehmende Wärmedehnungen vertikal und horizontal [mm]
- ▶ Anregungsfrequenzen [Hz]
- ▶ Dynamische Amplituden [mm]

GERB Schwingungsisolierungen GmbH & Co. KG

Roedernallee 174-176
13407 Berlin
Tel. 030-41 91-0
Fax 030-41 91-199

Ruhrallee 311
45136 Essen
Tel. 0201-266 04-0
Fax 0201-266 04-40

info@gerb.com
www.gerb.de