

CAVOFLEX®

Drahtseil-Federelemente
Wire rope isolators



A large version of the Willbrandt Gummitechnik logo, with the 'G' being a large, blue-outlined shape that partially encloses the text 'WILLBRANDT' and 'GUMMITECHNIK'.

WILLBRANDT Gummitechnik hat sich seit Jahrzehnten konsequent auf die Stoß- und Schwingungstechnik spezialisiert und ist dabei in vielen Bereichen als Problemlöser und zuverlässiger Partner weltweit anerkannt.

Schnelle und termingerechte Lieferungen aus einem gut sortierten Lager, fachlich qualifizierte Beratung vor Ort, anwendungsorientierte Problemlösungen durch ein erfahrenes Ingenieurteam, eigene Entwicklungen und Patente sowie ein modern ausgerüstetes Prüf- und Messlabor haben den Ruf von WILLBRANDT Gummitechnik begründet.

Hinweise zu dieser Ausgabe

Der Inhalt dieser Druckschrift ist das Ergebnis umfangreicher Entwicklungsarbeit und anwendungstechnischer Erfahrungen. Alle Angaben und Hinweise erfolgen nach bestem Wissen; sie stellen keine Eigenschaftszusicherung dar und befreien den Benutzer nicht von der eigenen Prüfung auch im Hinblick auf Schutzrechte Dritter. Für den Inhalt dieser Druckschrift ist eine Haftung auf Schadenersatz, gleich welcher Art und welchen Rechtsgrundes, ausgeschlossen. Technische Änderungen bleiben vorbehalten.

WILLBRANDT KG

WILLBRANDT Gummitechnik has specialised in shock and vibration isolation systems for decades and is recognised in many areas of industry as an efficient problem solver and highly reliable partner worldwide.

Quick and prompt delivery from a fully stocked warehouse, professional advice on site, application-orientated problem solutions by a team of experienced engineers, own developments and patents as well as a modern testing laboratory are some of the reasons for the exceptional reputation WILLBRANDT Gummitechnik enjoys today.

Information about this publication

The contents of this publication are the result of extensive development and application experience. All information is given to the best of our knowledge and does not give any assurances of qualities. It does not release the user from conducting own tests and inspections. The copyrights of others must not be infringed. All liability is disclaimed for any loss or damage in any form whatsoever, irrespective of the legal grounds. This publication is subject to technical changes without prior notice.

WILLBRANDT KG

Inhalt

Produktbeschreibung / Product description	4
Typ-Reihen mit Grundabmessungen / Type series with basic dimensions	6
Abmessungen Typ H / Dimensions type H	6
Technische Daten Typ H / Technical data type H	8
Erläuterungen zu technischen Daten / Explanations to technical data	10
Befestigungsvarianten Typ H / Fastening variants type H	12
Materialdaten / Material data	13
Anwendungsdaten / Application data	13
Abmessungen Typ RX / Dimensions type RX	14
Technische Daten Typ RX / Technical data type RX	15
Einbauhinweise und Montagebeispiele / Notes on installation and examples	16
Federkennlinien / Spring characteristics	17
Auslegung / Design	18
Berechnungsbeispiel / Calculation example	20
Schockerprobung / Shock test	22
Schwingungsisolierung / Vibration isolation	24
Körperschalldämmung / Structure-borne noise damping	28
Formelzeichen / Symbols	29
Mess- und Prüftechnik / Measurement and testing	30
Computer-Simulationen / Computer simulation	30
Qualitätssicherungssystem / Quality assurance system	31
Militärspezifikationen / Military specifications	31

Produktbeschreibung

CAVOFLEX® Drahtseil-Federelemente werden aus Edelstahlseilen hergestellt. Die besonderen Vorteile dieser Elemente gegenüber herkömmlichen Stahlfedern oder Elastomerdämpfern ergeben sich aus ihrem großen Verformungsvermögen zur Stoßabsorption und der überdurchschnittlich guten Schwingungsdämpfung. Die Elemente sind deswegen für stoß- und rüttelsichere Lagerungen hervorragend geeignet, insbesondere auch, wenn internationale Militärvorschriften (NATO-, Stanag-, MIL-Spezifikationen) zu erfüllen sind. Folgende Vorteile machen CAVOFLEX® Drahtseil-Federelemente zu einem überlegenen Stoß- und Schwingungsdämpfer:

- Der nutzbare Federweg ist im Verhältnis zu den geometrischen Abmessungen besonders groß. Daher wird in der Konstruktion ein geringer Raumbedarf benötigt.
- Es sind sehr niedrige Eigenfrequenzen möglich. Dadurch werden niederfrequente überkritische Abstimmungen bei geringen Bauhöhen erreicht, die zu einer hervorragenden Isolierung führen.
- Die Resonanzüberhöhung liegt unter dem 3-fachen der Erregung. So klingt die Schwingungsamplitude nach einer Stoßanregung schnell ab. Die Standruhe der gelagerten Aggregate ist somit gewährleistet.
- CAVOFLEX® Drahtseil-Federelemente sind besonders für erschütterungsempfindliche Anlagen geeignet, z. B. Elektronik oder Lasereinrichtungen, da große Federwege schon bei geringer zusätzlicher Belastung (Stoß) möglich sind.
- Auch nach einer dynamischen Überbelastung wird die Federsteifigkeit nicht nachteilig verändert. Die Drahtseil-Federelemente bleiben somit auch nach einer extremen Beanspruchung voll funktionsfähig.
- Die hohe Energieaufnahme bei kleinen Baumaßen führt zu einer geringen Geräte- und Fundamentbelastung. Eine Anpassung der Federkennwerte in den verschiedenen Raumachsen ist möglich.
- Drahtseil-Federelemente sind abreißsicher, also in allen Lagen belastbar (Druck, Schub und Zug).

Product description

CAVOFLEX® wire rope isolators consist of stainless steel stranded cable. The special advantages of these elements compared to conventional steel springs or elastomer dampers are their exceptional ability to deform under shock and excellent vibration damping properties. These elements are therefore ideal for use as shock and vibration-free supports, in particular where it is necessary to comply with international military requirements (NATO, Stanag, MIL specifications). The following advantages make CAVOFLEX® wire rope isolators superior shock and vibration dampers:

- The effective deflection is particularly high in relation to the geometrical dimensions, resulting in a compact design.
- Very low natural frequencies allow for low-frequency critical adjustment coupled with a compact size for excellent isolation.
- The magnification factor is less than three times the excitation, so that the vibration amplitude quickly reduces following shock excitation, ensuring good stability of the supported units.
- CAVOFLEX® wire rope isolators are particularly suitable for systems sensitive to vibrations, e.g. electronics or laser devices, as high deflection is possible already at low additional load (shock).
- Dynamic overloads do not negatively affect the spring stiffness. The wire rope isolators thus remain fully functional also after being subjected to extreme load.
- The high energy absorption and compact size results in a low unit and foundation load. The spring characteristics can be adjusted in the various spatial axes.
- Wire rope isolators are break-off proof and can therefore be loaded in any position (compressive, shear and tensile loads).

- Hervorragende Beständigkeit gegen Umwelteinflüsse:
 - mechanische Unempfindlichkeit
 - öl- und benzinfest
 - seewasserbeständig in Sonderausführung
 - elektrisch leitend
 - feuerbeständig (Notlaufeigenschaft)
 - temperaturbeständig
 - Amagnetische Bauweise der Elemente ist möglich.
 - Lange Lebensdauer durch große Alterungsbeständigkeit. Geringes Setzen, kein Kriechen, auch unter extremen Belastungen.
 - Absolute Wartungsfreiheit, Verschmutzungen schränken die Funktion nicht ein.
 - Die Federcharakteristik bleibt auch bei extremen Temperaturen (ca. -70°C bis $+260^{\circ}\text{C}$) nahezu unverändert.
 - Keine Beeinträchtigung der Dämpfungseigenschaften durch Einwirkung von Ölen und Fetten.
 - Individuelle Lösungen werden durch Variation des Breiten/Höhen-Verhältnisses, des Drahtseiles und der Windungszahl realisiert.
 - Qualität auf hohem Niveau:
CAVOFLEX® - Made in Germany.
- Excellent resistance to environmental influences:
 - mechanical insensitivity
 - oil and petroleum resistant
 - seawater resistant in a special design
 - electrically conductive
 - fire resistant (emergency operating properties)
 - temperature resistant
 - The elements are available in a non-magnetic design.
 - Long useful life due to high resistance to ageing. Low movement, no creep, even under extreme loads.
 - Completely maintenance-free, fouling does not limit function.
 - The spring characteristics remain virtually unchanged also at extreme temperatures (about -70°C to $+260^{\circ}\text{C}$).
 - Damping characteristics are not degraded due to the effects of oils and greases.
 - Tailor-made solutions can be provided by variation of the width/height ratio, wire rope and number of loops.
 - Quality of the highest standard:
CAVOFLEX® - Made in Germany.

Typ-Reihen mit Grundabmessungen

CAVOFLEX® gibt es in verschiedenen Bauarten für unterschiedliche Einsatzzwecke.

Typ H: Die Standard-Produktreihe, bei der das Drahtseil schraubenförmig über zwei Leistenpaare (Barren) gewickelt wird.

Typ RX: Drahtseile verbinden zwei Ronden. Die Enden sind in die Ronden geklemmt.

Das CAVOFLEX® Standard-Lieferprogramm ist in verschiedene Typ-Reihen aufgeteilt. Die Grundtypen unterscheiden sich durch den jeweiligen Seildurchmesser. Innerhalb der jeweiligen Typ-Reihe sind durch Veränderung von Höhe und Breite der Seilwindungen eine große Anzahl von Federelementen mit unterschiedlichen Leistungsmerkmalen möglich.

Kundenspezifische Anforderungen - abweichend vom Standardprogramm - sind umsetzbar und werden von unseren Ingenieuren kurzfristig erarbeitet.

Die Tabellen auf den folgenden Seiten geben Ihnen eine Übersicht über die Elemente, die gegenwärtig in den einzelnen Typ-Reihen standardmäßig lieferbar sind.

Type series with basic dimensions

CAVOFLEX® is available in a range of different types for various applications.

Type H: The standard series: The wire rope is threaded helically through two retaining bars.

Type RX: Wire ropes connect two discs. The ends are clamped in the discs.

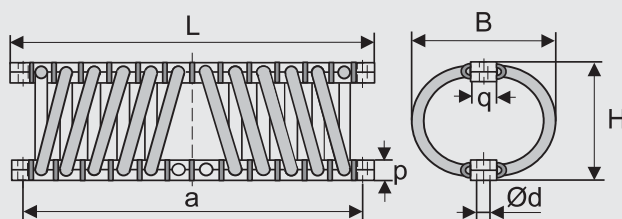
The CAVOFLEX® standard range is divided into different type series. The basic types differ by the respective rope diameter. A large number of isolators offering different performance characteristics can be obtained by varying the height and width of the rope loops.

Our engineers can provide tailor-made solutions for non-standard types quickly and efficiently.

The tables on the following pages show the elements currently available in the standard type series.

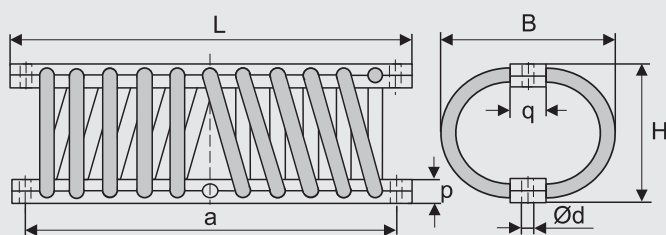
Abmessungen Typ H

Dimensions type H



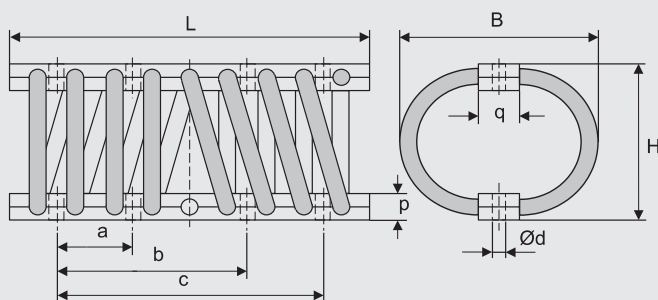
Typ type	L [mm]	a [mm]	p** [mm]	q [mm]	d [mm]	Windungen loops	Gewicht* weight* [g]
H 15	80	68,4	5	10,0	4,2 / M4	10	30 - 40
H 24	112	100,2	6	12,5	5,2 / M5	10	70 - 80
H 30	127	114,3	8	14,0	6,5 / M6	10	160 - 200
H 35	127	114,3	8	14,0	6,5 / M6	10	170 - 210

Breite und Höhe entnehmen Sie bitte der Typ-Nr. Erläuterung hierzu siehe Seite 10. / For width and height, please refer to the type number; see page 10 for explanation.



Typ type	L [mm]	a [mm]	p** [mm]	q [mm]	d [mm]	Windungen loops	Gewicht* weight* [g]
H 48	127	114,3	11	15	6,5 / M6	10	220 - 500
H 63	146	131,0	13	16	7,0 / M6	8	370 - 1000

Breite und Höhe entnehmen Sie bitte der Typ-Nr. Erläuterung hierzu siehe Seite 10. /
For width and height, please refer to the type number; see page 10 for explanation.



Typ type	L [mm]	a [mm]	b [mm]	c [mm]	p** [mm]	q [mm]	d [mm]	Windungen loops	Gewicht* weight* [kg]
H 95	216	44,5	111,3	155,8	16	25	8,5 / M8	8	1,6 - 2
H 125	216	44,5	111,3	155,8	20	25	8,5 / M8	8	3 - 4,5
H 160	267	54,5	136,5	191,0	25	25	10,6 / M10	8	5 - 7
H 220	410	84,0	210,0	294,0	40	40	15,0 / M14	8	11 - 15
H 285	520	108,0	270,0	378,0	52	50	19,0 / M18	8	20 - 28

Breite und Höhe entnehmen Sie bitte der Typ-Nr. Erläuterung hierzu auf Seite 10. /
For width and height, please refer to the type number; see page 10 for explanation.

* Das genaue Gewicht hängt von der ausgeführten Größe des ausgewählten Typs ab. / The exact weight depends on the specific size of the selected type.

** Ca.-Werte / Approximate values.

Fordern Sie zu den einzelnen Typen Datenblätter und Federkurven mit Energiediagrammen für alle Belastungsrichtungen an.

Weitere Abmessungen auf Anfrage.

Data sheets and spring characteristics with energy diagrams for all load directions are available for all types on request.

Further dimensions are available on request.

Technische Daten Typ H

Technical data type H

Typ type	Gewicht weight	Befestigungs- bohrung fastening hole	Belastungs- richtung load direction	maximale statische Last maximum static load	statische Einfederung static deflection	dynamische Steifigkeit* dynamic stiffness*	Eigenfrequenz* natural frequency*	maximale Federkraft maximum spring force	maximaler Federweg maximum deflection
	[kg]	[mm]		[daN]	[mm]	[N/mm]	[Hz]	[kN]	[mm]
H 15-80-18-26-10	0,04	4,2 / M 4	axial (-)	4,2	2,0	32,0	13,9	0,094	6
			axial (+)	4,4	1,0	80,0	21,5	0,14	3
			radial (+/-)	2,2	2,0	22,0	15,9	0,114	6
H 15-80-26-34-10	0,04	4,2 / M 4	axial (-)	3,1	5,0	8,0	8,1	0,061	14
			axial (+)	3,0	3,0	13,0	10,5	0,08	9
			radial (+/-)	1,25	5,0	4,0	9,0	0,04	12
H 24-112-21-29-10	0,07	5,2 / M 5	axial (-)	15,0	2,0	100,0	13,0	0,36	7
			axial (+)	13,0	1,0	280,0	23,4	0,5	3
			radial (+/-)	6,0	2,0	70,0	17,2	0,36	6
H 24-112-24-31-10	0,08	5,2 / M 5	axial (-)	22,0	3,0	90,0	10,2	0,42	10
			axial (+)	22,0	1,5	300,0	18,6	0,77	5
			radial (+/-)	6,5	3,0	45,0	13,2	0,22	8
H 24-112-35-42-10	0,08	5,2 / M 5	axial (-)	7,5	5,0	25,0	9,2	0,2	20
			axial (+)	6,5	3,0	52,0	14,2	0,4	10
			radial (+/-)	1,3	3,0	8,5	12,9	0,15	18
H 30-127-33-41-10	0,14	6,5 / M 6	axial (-)	14,0	3,0	80,0	12,0	0,4	15
			axial (+)	12,5	2,0	140,0	16,8	0,95	9
			radial (+/-)	3,4	3,0	22,0	12,8	0,25	13
H 30-127-37-44-10	0,14	6,5 / M 6	axial (-)	12,0	5,0	50,0	10,3	0,32	19
			axial (+)	14,0	3,0	110,0	14,1	1,3	12
			radial (+/-)	4,6	5,0	18,0	10,0	0,27	20
H 30-127-50-60-10	0,15	6,5 / M 6	axial (-)	5,0	5,0	16,0	9,0	0,189	30
			axial (+)	5,0	4,0	32,0	12,7	0,24	12
			radial (+/-)	1,5	5,0	6,0	10,1	0,15	30
H 30-127-52-68-10	0,16	6,5 / M 6	axial (-)	4,0	6,0	12,5	8,9	0,14	32
			axial (+)	3,5	4,0	20,0	12,0	0,26	16
			radial (+/-)	1,2	5,0	4,8	10,1	0,095	30
H 35-127-40-45-10	0,16	6,5 / M 6	axial (-)	22,0	5,0	65,0	8,7	0,6	22
			axial (+)	22,0	3,0	180,0	14,4	1,0	8
			radial (+/-)	8,0	4,0	40,0	11,3	0,35	15
H 35-127-50-60-10	0,17	6,5 / M 6	axial (-)	8,0	5,0	28,0	9,4	0,32	30
			axial (+)	8,0	4,0	47,0	12,2	0,41	13
			radial (+/-)	3,0	5,0	11,0	9,6	0,25	28
H 48-127-43-50-10	0,23	6,5 / M 6	axial (-)	65,0	3,0	310,0	11,0	1,85	18
			axial (+)	65,0	2,0	660,0	16,0	3,15	8
			radial (+/-)	14,0	4,0	75,0	11,6	1,35	18
H 48-127-43-55-10	0,24	6,5 / M 6	axial (-)	50,0	5,0	165,0	9,1	1,24	20
			axial (+)	45,0	3,0	320,0	13,4	3,2	12
			radial (+/-)	12,5	5,0	54,0	10,5	1,6	24
H 48-127-55-65-10	0,25	6,5 / M 6	axial (-)	35,0	5,0	114,0	9,1	1,22	30
			axial (+)	30,0	3,0	200,0	13,0	1,86	13
			radial (+/-)	8,0	5,0	33,0	10,2	0,83	27
H 48-127-65-75-10	0,28	6,5 / M 6	axial (-)	20,0	5,0	70,0	9,4	0,96	40
			axial (+)	20,0	3,5	110,0	11,8	2,12	20
			radial (+/-)	4,0	5,0	18,0	10,7	0,65	40
H 48-127-80-110-10	0,4	6,5 / M 6	axial (-)	8,0	6,0	25,0	8,9	0,47	52
			axial (+)	7,0	4,0	28,0	10,1	0,94	33
			radial (+/-)	3,0	6,0	8,0	8,2	0,25	48
H 63-146-54-64-8	0,37	7,0 / M 6	axial (-)	95,0	5,0	315,0	9,2	2,22	23
			axial (+)	91,0	4,0	500,0	11,8	4,86	15
			radial (+/-)	30,0	5,0	112,0	9,7	1,2	18
H 63-146-60-72-8	0,41	7,0 / M 6	axial (-)	60,0	5,5	180,0	8,7	1,96	32
			axial (+)	60,0	4,0	340,0	12,0	3,23	15
			radial (+/-)	16,0	5,0	65,0	10,1	2,0	34
H 63-146 64-81-8	0,44	7,0 / M 6	axial (-)	44,0	7,0	125,0	8,5	1,48	34
			axial (+)	42,0	6,0	160,0	9,8	4,6	25
			radial (+/-)	10,0	6,0	32,0	9,0	1,06	38
H 63-146-80-92-8	0,61	7,0 / M 6	axial (-)	30,0	8,0	72,0	7,8	1,13	50
			axial (+)	29,0	6,0	105,0	9,6	3,45	28
			radial (+/-)	11,0	8,0	27,0	7,9	0,93	45
H 63-146-82-108-8	0,64	7,0 / M 6	axial (-)	24,0	8,0	56,0	7,7	1,04	50
			axial (+)	24,0	6,5	70,0	8,6	1,72	28
			radial (+/-)	10,0	8,0	25,0	8,0	0,6	45
H 63-146-90-102-8	0,56	7,0 / M 6	axial (-)	30,0	10,0	57,0	6,9	1,1	55
			axial (+)	30,0	8,5	76,0	8,0	3,3	33
			radial (+/-)	8,0	10,0	16,0	7,1	0,56	48
H 63-146-95-125-8	0,64	7,0 / M 6	axial (-)	14,0	10,0	29,0	7,2	0,65	60
			axial (+)	14,0	9,5	32,0	7,6	1,7	45
			radial (+/-)	6,0	10,0	12,0	7,1	0,5	60
H 63-146-95-135-8	0,67	7,0 / M 6	axial (-)	12,0	10,0	25,0	7,3	0,52	60
			axial (+)	12,0	10,0	30,0	8,0	1,8	50
			radial (+/-)	5,0	10,0	11,0	7,5	0,38	60
H 63-146-135-175-8	0,83	7,0 / M 6	axial (-)	8,0	15,0	12,0	6,2	0,4	90
			axial (+)	8,0	15,0	12,0	6,2	1,2	63
			radial (+/-)	2,0	12,0	3,5	6,7	0,22	86

Typ type	Gewicht weight	Befestigungs- bohrung fastening hole	Belastungs- richtung load direction	maximale statische Last maximum static load	statische Einfederung static deflection	dynamische Steifigkeit* dynamic stiffness*	Eigenfrequenz* natural frequency*	maximale Federkraft maximum spring force	maximaler Federweg maximum deflection
	[kg]	[mm]		[daN]	[mm]	[N/mm]	[Hz]	[kN]	[mm]
H 95-216-74-90-8	1,04	8,5 / M 8	axial (-)	130	8,0	280	7,4	5,3	40
			axial (+)	130	6,0	530	10,2	15,5	24
			radial (+/-)	45	7,0	130	8,6	3,3	33
H 95-216-89-108-8	1,1	8,5 / M 8	axial (-)	110	10,0	220	7,1	3,1	50
			axial (+)	110	8,0	325	8,7	13,0	32
			radial (+/-)	30	7,0	75	8,0	3,4	48
H 95-216-90-125-8	1,22	8,5 / M 8	axial (-)	70	10,0	130	6,9	2,7	55
			axial (+)	70	9,0	175	8,0	9,5	44
			radial (+/-)	22	8,0	52	7,7	2,0	50
H 95-216-100-115-8	1,32	8,5 / M 8	axial (-)	110	10,0	170	6,3	3,2	63
			axial (+)	110	6,5	375	9,3	7,5	27
			radial (+/-)	35	10,0	65	6,9	2,6	50
H 95-216-110-135-8	1,36	8,5 / M 8	axial (-)	55	12,0	80	6,1	2,0	75
			axial (+)	55	7,0	150	8,3	8,0	45
			radial (+/-)	22	10,0	38	6,6	1,5	60
H 95-216-110-155-8	1,42	8,5 / M 8	axial (-)	43	12,0	70	6,4	1,6	65
			axial (+)	43	11,0	83	7,0	3,7	48
			radial (+/-)	14	10,0	27	7,0	0,9	60
H 95-216-135-185-8	1,6	8,5 / M 8	axial (-)	30	15,0	35	5,4	1,28	100
			axial (+)	30	14,0	46	6,2	1,94	55
			radial (+/-)	13	15,0	16	5,6	0,95	90
H 125-216-75-92-8	1,65	8,5 / M 8	axial (-)	350	6,0	890	8,0	15,5	33
			axial (+)	340	3,5	2300	13,1	17,0	11
			radial (+/-)	140	5,0	550	10,0	9,6	30
H 125-216-90-107-8	1,9	8,5 / M 8	axial (-)	240	8,0	490	7,2	9,0	45
			axial (+)	240	5,5	1000	10,3	16,0	19
			radial (+/-)	60	8,0	150	8,0	6,3	43
H 125-216-100-130-8	2,0	8,5 / M 8	axial (-)	200	10,0	380	6,9	7,8	55
			axial (+)	200	9,0	480	7,8	14,5	36
			radial (+/-)	70	8,0	175	8,0	4,7	50
H 125-216-100-140-8	2,1	8,5 / M 8	axial (-)	170	10,0	330	7,0	7,0	55
			axial (+)	170	9,5	350	7,2	14,6	43
			radial (+/-)	70	10,0	140	7,1	4,5	57
H 125-216-110-150-8	2,38	8,5 / M 8	axial (-)	150	12,0	226	6,2	5,5	70
			axial (+)	140	12,0	240	6,6	16,5	50
			radial (+/-)	50	10,0	100	7,1	3,8	65
H 125-216-110-175-8	2,6	8,5 / M 8	axial (-)	100	12,0	160	6,4	3,74	65
			axial (+)	100	11,0	200	7,1	7,2	55
			radial (+/-)	39	10,0	68	6,6	2,6	65
H 125-216-140-190-8	3,1	8,5 / M 8	axial (-)	90	16,0	110	5,6	3,5	85
			axial (+)	90	14,0	135	6,2	8,2	65
			radial (+/-)	22	10,0	42	7,0	1,5	66
H 160-267-100-125-8	3,2	10,6 / M10	axial (-)	430	7,0	1050	7,9	17,4	45
			axial (+)	430	5,5	1700	10,0	22,0	22
			radial (+/-)	240	10,0	450	6,9	9,42	40
H 160-267-110-135-8	3,55	10,6 / M10	axial (-)	460	10,0	900	7,0	18,6	55
			axial (+)	460	7,0	1500	9,1	39,0	35
			radial (+/-)	150	10,0	300	7,1	11,8	55
H 160-267-120-145-8	3,7	10,6 / M 10	axial (-)	310	10,0	570	6,8	13,7	65
			axial (+)	300	8,5	740	7,9	25,0	40
			radial (+/-)	120	10,0	220	6,8	9,2	65
H 160-267-135-175-8	3,95	10,6 / M 10	axial (-)	250	15,0	315	5,6	8,5	80
			axial (+)	250	13,0	380	6,2	19,0	53
			radial (+/-)	70	10,0	125	6,7	5,4	65
H 160-267-150-170-8	3,95	10,6 / M 10	axial (-)	260	15,0	310	5,5	9,5	95
			axial (+)	260	10,0	600	7,6	28,0	50
			radial (+/-)	60	12,0	120	7,1	5,0	65
H 160-267-145-190-8	4,62	10,6 / M 10	axial (-)	200	15,0	250	5,6	8,0	80
			axial (+)	200	14,0	320	6,4	17,0	60
			radial (+/-)	57	12,0	100	6,7	3,3	65
H 220-410-150-185-8	10,0	15,0 / M 14	axial (-)	750	10,0	1350	6,8	34,0	66
			axial (+)	750	9,0	1700	7,6	89,0	46
			radial (+/-)	260	10,0	505	7,0	16,1	60
H 220-410-150-200-8	10,6	15,0 / M 14	axial (-)	650	10,0	1170	6,8	25,5	65
			axial (+)	650	9,0	1500	7,6	88,2	58
			radial (+/-)	210	10,0	400	6,9	25,0	75
H 285-620-175-235-8	20,0	19,0 / M 18	axial (-)	1100	10,0	1800	6,4	42,0	65
			axial (+)	1100	8,0	2800	8,0	95,0	45
			radial (+/-)	450	10,0	900	7,1	22,0	55
H 285-520-200-285-8	23,0	19,0 / M 18	axial (-)	740	12,0	1150	6,3	35,0	90
			axial (+)	740	11,0	1400	6,9	78,0	80
			radial (+/-)	280	10,0	540	7,0	17,0	70

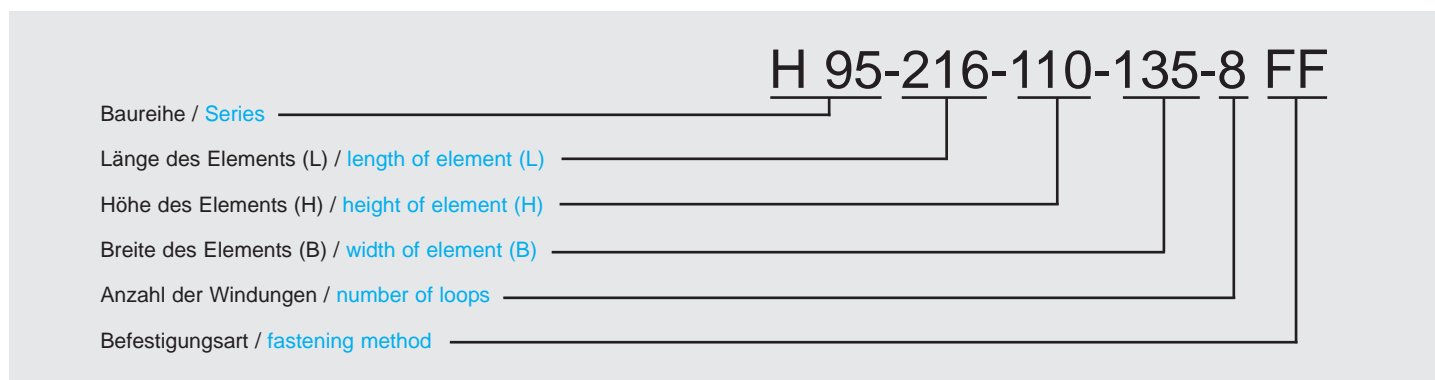
* Bei Anregungsamplitude von ca. 1,5 mm. / At exitation amplitude of 1,5 mm.

Erläuterungen zu technischen Daten

Die Angaben in den Tabellen der Seiten 8 und 9 haben folgende Bedeutung:

Spalte 1 - CAVOFLEX® TYP:

In der Typbezeichnung der CAVOFLEX® Drahtseil-Federelemente sind die wesentlichen konstruktiven Abmessungen enthalten. Sie setzen sich wie folgt zusammen:



Spalte 2 - Gewicht:

Das annähernde Gewicht bezieht sich auf die Standardausführung (Barren: Aluminium, Seil: Edelstahl 1.4401).

Spalte 3 - Befestigungsbohrungen bzw. Gewinde:

Das erste Maß bezieht sich auf die Bohrungen für die Standardausführung bzw. für Ausführung „F“; das zweite Maß gibt den Gewindedurchmesser für Ausführung „M“ an.

Spalte 4 - Belastungsrichtung:

Erklärungen der Belastungsrichtungen sind auf Seite 17 aufgeführt. Die Unterschiede in den beiden Radial-Belastungsrichtungen sind nur geringfügig und daher in den technischen Angaben zu einem Wert zusammengefasst worden.

Spalten 5 und 6 - Statische Belastung und zugehörige Einfederung:

Die statischen Belastungen sind als ungefähre Richtwerte anzusehen. Im Einzelfall sind auch höhere Belastungen zulässig.

Weil CAVOFLEX® Drahtseil-Federelemente eine große Hysterese aufweisen, ist die statische Einfederung nicht genau bestimmbar und nach Belastungsänderungen nicht voll reproduzierbar.

Explanations to technical data

The data in the tables on pages 8 and 9 have the following meaning:

Column 1 - CAVOFLEX® TYPE:

The type designations of the CAVOFLEX® wire rope isolators contain essential design dimensions and are made up as follows:

Column 2 - Weight:

The approximate weight shown refers to the standard type (retaining bars: aluminium, rope, stainless steel 1.4401).

Column 3 - Fastening holes or thread:

The first dimension refers to the holes for the standard type or type „F“; the second dimension indicates the thread diameter for type „M“.

Column 4 - Load direction:

For explanations to load directions, see page 17. The differences in both radial load directions are only negligible and are therefore shown as a single value in the technical data.

Columns 5 and 6 - Static load and corresponding deflection:

The static loads shown are guide values. Higher loads are permissible in the individual case.

Owing to the large hysteresis of CAVOFLEX® isolators, the static deflection cannot be accurately determined or fully reproduced following load variations.

Spalten 7 und 8 - Dynamische Steifigkeit und Eigenfrequenz:

Die dynamische Steifigkeit und die Eigenfrequenz beziehen sich auf die in der Spalte 5 angegebene statische Belastung und eine Anregungsamplitude von ca. 1,5 mm.

Bei anderen Massen ändert sich die dynamische Steifigkeit geringfügig (bei kleinerer Masse nimmt die Steifigkeit zu, während die Steifigkeit bei zunehmender Masse abnimmt). Bei anderen Anregungsamplituden ändert sich die Steifigkeit jedoch gravierend (s. Seite 26).

Spalten 9 und 10 - Maximale Federkraft und -weg:

In diesen Spalten stehen die maximal möglichen Federwege und die dazugehörigen Federkräfte.

Umrechnung der Federwerte für Federelemente mit abweichenden Windungszahlen:

Um die Drahtseil-Federelemente an die verschiedenen Bedarfsfälle anzupassen, besteht u. a. die Möglichkeit, die Windungszahl zu variieren.

Soll zum Beispiel o. a. Typ H 95-216-110-135-8 mit 6 Windungen ausgeführt werden, so lautet die neue Typ-Bezeichnung

H 95-216-110-135-6

Um die dann für dieses Federelement geltenden Federkräfte und Federsteifigkeiten zu ermitteln, muss mit einem Korrekturfaktor von $6/8 = 0,75$ multipliziert werden.

Columns 7 and 8 - Dynamic stiffness and natural frequency:

The dynamic stiffness and natural frequency refer to the static load shown in column 5 and an excitation amplitude of about 1,5 mm.

With other masses, the dynamic stiffness changes slightly (stiffness increases with reducing mass and reduces with increasing mass). At other excitation amplitudes, the stiffness changes significantly (see page 26).

Columns 9 and 10 - Maximum spring force and deflection:

Shown in these columns are the maximum deflections and corresponding spring forces.

Conversion of spring values for isolators with deviating loop numbers:

Wire rope isolators can be adapted to various applications by also varying the loop number.

For example, if the type H 95-216-110-135-8 is to be provided with 6 loops, the type designation is

H 95-216-110-135-6

In order to determine the applicable spring forces and stiffness for this isolator, the respective values must be multiplied by a correction factor of $6/8 = 0,75$.

Befestigungsvarianten Typ H

Folgende Befestigungsvarianten von CAVOFLEX® Drahtseil-Federelementen sind möglich und bei Bestellung jeweils mit anzugeben:

- Standard** beide Barren mit Durchgangslöchern
Standardausführung ohne Zusatzangabe
hinter der Typ-Bezeichnung
- F** ein Barren mit Senklöchern DIN 74-F..
ein Barren mit Durchgangslöchern
- FF** beide Barren mit Senklöchern DIN 74-F..
- M** ein Barren mit metrischen Gewindelöchern
ein Barren mit Durchgangslöchern
- MM** beide Barren mit metrischen Gewindelöchern
- FM** ein Barren mit Senklöchern DIN 74-F..
ein Barren mit metrischen Gewindelöchern

Hinweis

Der maximal nutzbare Federweg (Freiraum zwischen den Barren) variiert je nach gewählter Befestigungsvariante. Die Befestigungsvarianten beziehen sich jeweils auf die Barren-Innenseiten.

Bestellbeispiel

H95-216-110-135-6 **FM**

Fastening variants type H

The following fastening variants are available for CAVOFLEX® wire rope isolators and must be stated when ordering:

- Standard** both retaining bars with through holes
standard type without additional numbers
or letters following the type designation
- F** one retaining bar with countersunk
holes DIN 74-F..
one retaining bar with through holes
- FF** both retaining bars with countersunk
holes DIN 74-F..
- M** one retaining bar with metric threaded holes
one retaining bar with through holes
- MM** both retaining bars with metric threaded
holes
- FM** one retaining bar with countersunk
holes DIN 74-F..
one retaining bar with metric threaded holes

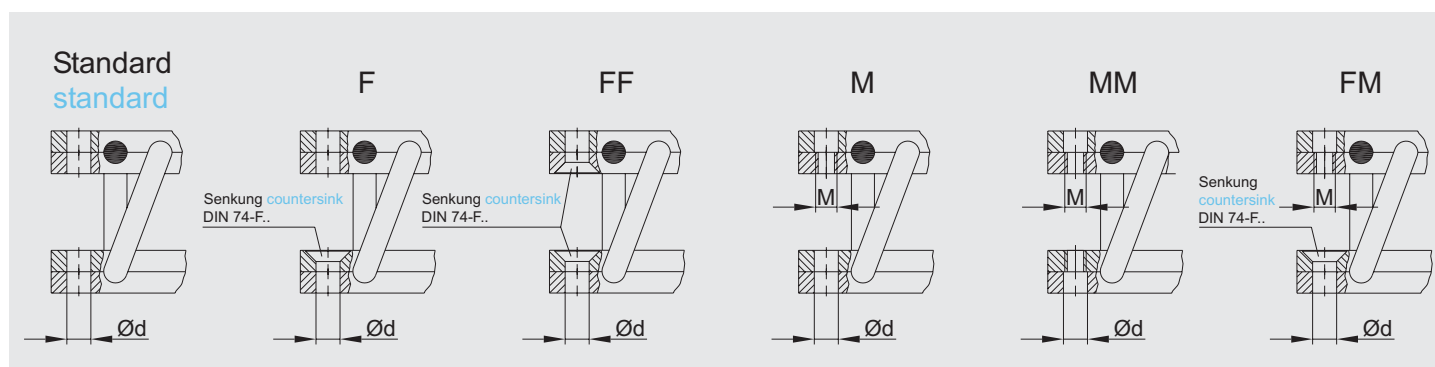
Note

The maximum effective deflection (free space between retaining bars) varies depending on the fastening variant selected. The fastening variants refer to the inner sides of the retaining bars.

Ordering example

H95-216-110-135-6 **FM**

Abb. / Fig. 1 CAVOFLEX® Anschlüsse / CAVOFLEX® connections



Materialdaten / Material data

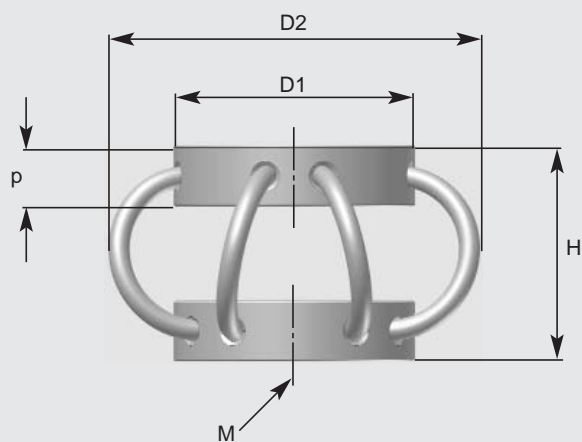
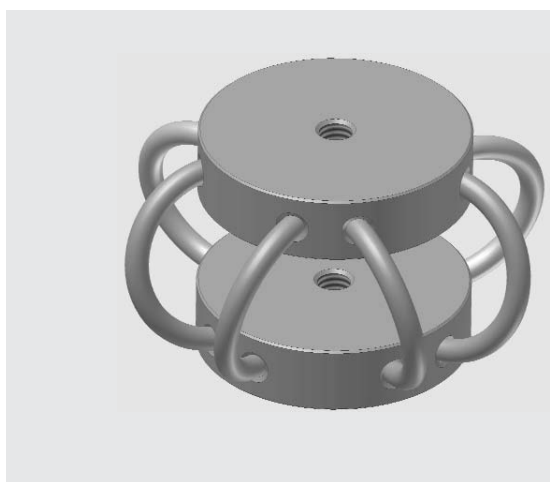
Bauteil component	Standard / standard		
	Typ / type	Material / material	
Seil / rope	alle Typen / all types	1.4401 Edelstahl / AISI TP 316 stainless steel	
Barren / retaining bars	Typ type	H 15 bis H 160 / H 15 up to H 160	3.2315 Aluminium chromatiert / 3.2315 chromated aluminium
	Typ type	H 220 bis H 285 / H 220 up to H 285	3.3547 Aluminium chromatiert / 3.3547 chromated aluminium
	alle Typen alternativ / all types alternative		1.4571 Edelstahl / AISI TP 316 Ti stainless steel
Ronden / discs	Typ type	RX / RX	Aluminium / aluminium
Klammern / clamps	Typ type	H 15 bis H 35 / H 15 up to H 35	1.4301 Edelstahl / AISI TP 304 stainless steel
Schrauben / screws	Typ type	H 48 bis H 285 / H 48 up to H 285	1.4401 Edelstahl / AISI TP 316 stainless steel

Anwendungsdaten / Application data

Temperaturbereich / temperature range	-70° C bis +260° C -70° C up to +260° C
Elektrische Leitfähigkeit / electrical conductivity	Elektrischer Widerstand $<2 \times 10^3$ Ohm electrical resistance $<2 \times 10^3$ Ohm
Toleranzen / tolerances	Befestigungsbohrungen: +/- 0,2 mm fastening holes: +/- 0,2 mm
	Elementbreite und -höhe: +/- 2 mm element width and height: +/- 2 mm
	Federwerte: +/- 10 % für Druckrichtung +/- 20 % für alle anderen Belastungsrichtungen deflection: +/- 10 % direction of compressive load +/- 20 % for all other load directions

Abmessungen Typ RX

Dimensions type RX



Typ type	Befestigung / fastening M	D1 [mm]	p [mm]
RX 30...	M6	30	8
RX 35...	M6	35	10
RX 48...	M8	48	12
RX 63...	M10	63	15

RX 30-26-52-8

Baureihe / series —————

Höhe des Elements (H) / height of element (H) —————

Außendurchmesser (D2) / external diameter (D2) —————

Anzahl der Windungen / number of loops —————

Technische Daten Typ RX

Technical data type RX

Typ type	Gewicht weight	H	D2	Belastungs- richtung load directions	maximale statische Last maximum static load	statische Einfederung static deflection	maximale Federkraft maximum spring force	maximaler Federweg maximum deflection
	[g]	[mm]	[mm]		[daN]	[mm]	[N]	[mm]
RX 30-26-52-8	40	26	52	axial (-)	7,5	3	140	8
				axial (+)	10,0	2	250	4,5
				radial (+/-)	2,1	3	53	8
RX 30-31-60-8	42	31	60	axial (-)	4,0	3	100	14
				axial (+)	3,0	2	170	8
				radial (+/-)	1,0	3	53	14
RX 30-39-71-8	45	39	71	axial (-)	2,6	5	63	21
				axial (+)	1,9	4	110	14
				radial (+/-)	0,63	5	33	21
RX 30-51-89-8	50	51	89	axial (-)	1,4	6	35	30
				axial (+)	1,3	6	72	21
				radial (+/-)	0,52	6	20	30
RX 35-32-60-8	65	32	60	axial (-)	9,3	2	180	7
				axial (+)	12,6	2	270	5
				radial (+/-)	2,7	2	70	7
RX 35-39-71-8	70	39	71	axial (-)	5,6	5	130	17
				axial (+)	6,1	3	200	9
				radial (+/-)	1,8	5	60	17
RX 35-47-82-8	75	47	82	axial (-)	3,9	6	90	24
				axial (+)	2,8	4	140	15
				radial (+/-)	0,8	6	50	24
RX 35-62-96-8	80	62	96	axial (-)	1,3	7	50	38
				axial (+)	3,0	6	100	18
				radial (+/-)	0,2	7	30	38
RX 48-38-78-8	150	38	78	axial (-)	28,0	3	640	11
				axial (+)	25,0	2	1160	8
				radial (+/-)	8,7	3	320	11
RX 48-49-96-8	170	49	96	axial (-)	15,0	5	400	22
				axial (+)	13,5	4	760	17
				radial (+/-)	4,4	5	190	22
RX 48-56-112-8	190	56	112	axial (-)	7,4	5	260	29
				axial (+)	7,1	5	460	24
				radial (+/-)	2,2	5	130	29
RX 48-75-133-8	215	75	133	axial (-)	4,2	6	160	50
				axial (+)	5,6	6	370	32
				radial (+/-)	1,1	6	110	50
RX 63-57-108-8	355	57	108	axial (-)	48,0	5	1090	22
				axial (+)	45,0	4	1890	13
				radial (+/-)	11,0	5	550	20
RX 63-60-120-8	380	60	120	axial (-)	28,0	6	750	27
				axial (+)	24,0	5	1470	20
				radial (+/-)	8,0	6	370	27
RX 63-74-133-8	395	74	133	axial (-)	24,0	8	590	40
				axial (+)	20,0	6	1070	24
				radial (+/-)	5,0	8	400	40
RX 63-83-148-8	415	83	148	axial (-)	13,0	8	450	50
				axial (+)	12,0	6	920	33
				radial (+/-)	3,0	8	260	50

Einbauhinweise und Montagebeispiele

Hauptbelastungsrichtung Druck: Bei Anordnung der Drahtseil-Federelemente in Schwerpunkthöhe (**A**) wird eine große Standfestigkeit erreicht und Kippmomente werden vermieden. Bei Anordnung unter dem Gerät (**B**), also bei hoch liegendem Schwerpunkt, sind die auftretenden Kippmomente zu berücksichtigen! Ggf. sind zusätzliche Kopfhalterungen erforderlich (**E**).

Hauptbelastungsrichtung Zug: CAVOFLEX® ist abreisicher (**C**). Es ist jedoch zu beachten, dass die Federkurve in Zugrichtung stark progressiv verläuft und mit größerer Hysterese als bei Belastungsart (**A**) zu rechnen ist.

Hauptbelastungsrichtung 45° Druck: Die besonderen Vorteile dieser Einbauart (**H**) ergeben sich durch die Verschiebung der elastischen Hauptebene in Richtung Schwerpunkt.

Hauptbelastungsrichtung 45° Zug: Die Anmerkungen für die Hauptbelastungsrichtung Zug gelten hier sinngemäß, allerdings sind größere Federwege möglich (**D**).

Hauptbelastungsrichtungen Schub: Besonders weiche Lagerungen sind in dieser Anordnung möglich (**F, G**). Eine einseitige Wandbefestigung sollte wegen der auftretenden Kippmomente nur in Ausnahmefllen gewhlt werden!

Notes on installation and examples

Compressive load: Arrangement of the wire rope isolators at the height of the centre of gravity (**A**) ensures high stability and tilting moments are avoided. For arrangement below the unit (**B**), i.e. the centre of gravity at a high level, allowances must be made for the occurring tilting moments! The use of additional top supports may be necessary (**E**).

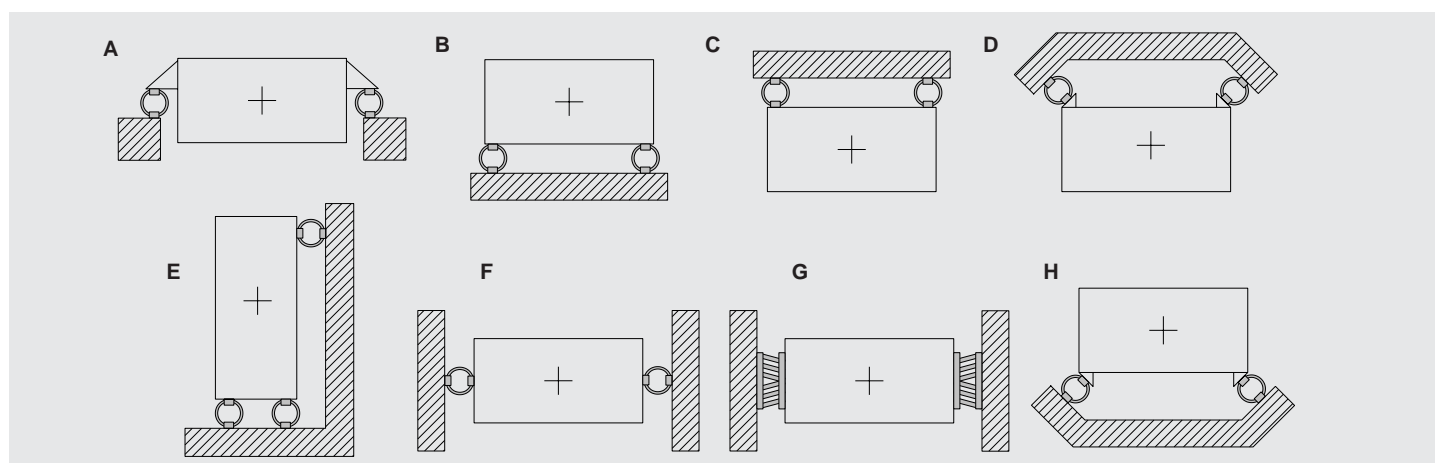
Tensile load: CAVOFLEX® is break-off proof (**C**). It should be noted however that deflection increases in the direction of tensile load and a larger hysteresis can be expected compared to load type (**A**).

45° compressive load: The particular advantages of this installation variant (**H**) are given by the displacement of the main elastic plane towards the centre of gravity.

45° tensile load: The information shown for tensile load applies here analogously; however, larger deflections are possible (**D**).

Shear: This arrangement allows particularly soft supports (**F, G**). One-sided wall fastening should be used only in exceptional cases due to the occurring tilting moments!

Abb. / Fig. 2 Montagevarianten / installation variants



Federkennlinien

Für genauere Berechnungen stellen wir Ihnen auf Anforderung detaillierte Federkennlinien zur Verfügung.

Die Federkennlinien entsprechen den Anforderungen der VG 95414.

Auf Wunsch werden die Kennlinien auch in digitaler Form mit einem komfortablen Darstellungsprogramm zur Verfügung gestellt.

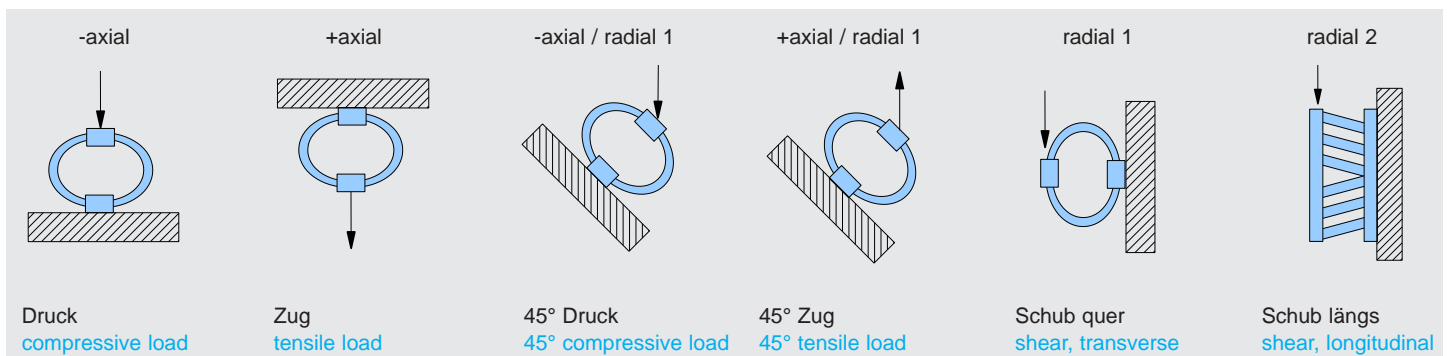
Spring characteristics

Detailed spring characteristics are available for accurate calculation.

The spring characteristics comply with the requirements of VG 95414.

The characteristics can also be provided in digital form with a convenient representation program on request.

Abb. / Fig. 3 Belastungsrichtungen / load directions



Auslegung

Im Gegensatz zur Schwingungsbeanspruchung handelt es sich bei Schockeinwirkungen um plötzliche Änderungen der Lage, Geschwindigkeit oder Beschleunigung. Dieses kann als eine kurzfristige Störung des Systems angesehen werden. Überschreiten die durch den Stoß hervorgerufenen mechanischen Belastungen den für die Konstruktion zulässigen Wert, sind elastische Lagerungen zum Abbau der Schockbelastungen erforderlich. Die Wirkung der elastischen Lagerung beruht darin, die eingeleitete Stoßenergie als Federenergie zwischenspeichern. Periodisch mit der Systemeigenfrequenz wird sie dann von Federenergie in kinetische Energie und umgekehrt umgewandelt. Daraus folgt, dass die Beanspruchung bei der Stoßbelastung entscheidend vom Verhältnis der Eigenfrequenz(en) der Konstruktion zu den Frequenzen und Amplituden der Stoßanregung abhängt.

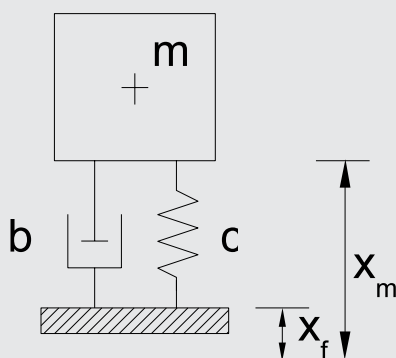
Für den Einmassenschwinger mit Fußpunktanregung führt der Ansatz des Kräftegleichgewichtes zu folgendem Zusammenhang:

Design

In contrast to vibration loads, shock loads are sudden changes in position, velocity or acceleration and can be seen as a brief system disturbance. If the mechanical loads resulting from the shock load exceed the permissible design value, elastic supports are necessary for the purpose of shock load reduction. The action of the elastic support is based on the principle of the induced shock energy being temporarily stored as spring energy. It is then converted from spring energy into kinetic energy and vice versa periodically at the natural frequency of the system. From this it follows that the stress induced by the shock load depends largely on the ratio of the natural frequency(ies) of the design to the frequencies and amplitudes of the shock excitation.

In the case of a single-degree-of-freedom-system with excitation at the foundation, application of the equilibrium of forces results in the following relationship:

Abb. / Fig. 4 Fußpunktanregung / excitation at the foundation



$$m \cdot \ddot{X}_m + b \cdot (\dot{X}_m - \dot{X}_f) + c \cdot (X_m - X_f) = 0$$

Massenkraft + Dämpferkraft + Federkraft = 0
mass force + damping force + spring force = 0

Für den Fall, dass die Störfunktion X_f bekannt ist und der zeitliche Verlauf einfach beschrieben werden kann, sind oftmals geschlossene Lösungen der Differentialgleichung möglich.

In der Praxis sind die Schockverläufe jedoch von sehr komplexer Natur, so dass für theoretische und praktische Untersuchungen Vereinfachungen erforderlich sind.

If the disturbance function X_f is known and the time characteristics can be defined in simple terms, closed-ended solutions of the differential equation are often possible.

In normal practice, the shock load characteristics are however of a more complex nature so that simplification is necessary for theoretical and practical investigations.

CAVOFLEX® hat in allen Verformungsrichtungen eine mehr oder weniger stark nichtlineare Federcharakteristik. Deshalb ist für die Bestimmung der Federelemente die eingeleitete Stoßenergie zugrunde zu legen.

Voraussetzung für diese Vorgehensweise ist, dass die Schockimpulszeit (t_p) wesentlich kleiner ist als die Periodendauer (T) der Systemeigenfrequenz. Bei üblichen Schocktests errechnet sich die eingeleitete Stoßenergie wie unten abgebildet.

Anhand der ermittelten Stoßenergie kann der erforderliche Federweg direkt aus den Energiediagrammen abgelesen werden. Gleichzeitig kann die Federkraft und damit die Belastung der Konstruktion am Anschlusspunkt aus dem Last-Weg-Diagramm für die dynamische Einfederung bestimmt werden.

Die genannten Berechnungsvorschläge gelten nur, wenn die Vereinfachung des Systems auf einen Einmassenschwinger zulässig ist. Andernfalls empfehlen wir, ein geeignetes Rechenprogramm (z. B. ShockDesign®, siehe Seite 30) zu verwenden.

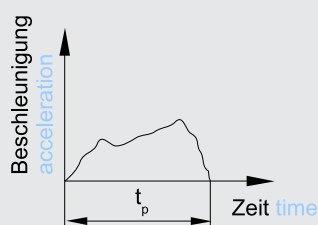
CAVOFLEX® isolators have a more or less greater non-linear spring characteristic in all deformation directions. For this reason, the induced shock energy must be taken into account for determination of the isolators.

A precondition for this procedure is that the shock impulse time (t_p) is much smaller than the period duration (T) of the natural frequency of the system. In usual shock tests, the induced shock energy is calculated as shown below.

The necessary deflection is shown in the energy diagrams based on the determined shock energy. At the same time, the spring force and in turn the load on the structure at the point of connection can be determined for the dynamic deflection from the load-displacement diagram.

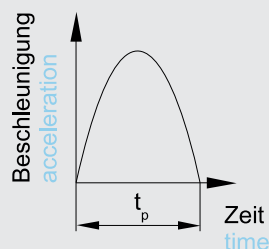
The mentioned suggestions for calculation apply only when simplification of the system to a single-degree-of-freedom-system is admissible, otherwise we recommend the use of a suitable calculation program (e.g. ShockDesign® see page 30).

Abb. / Fig. 5 Allgemeiner Stoß / general shock



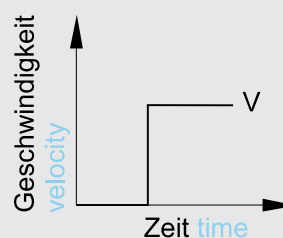
$$\Delta E = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{m}{n}\right) \cdot \Delta V^2 = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{m}{n}\right) \cdot \left[\int_0^{t_p} a(t) \cdot dt\right]^2$$

Abb. / Fig. 6 Halbsinusstoß / semi-sinusoidal shock



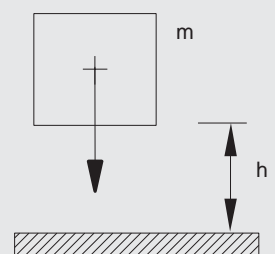
$$\Delta E = \frac{2}{\pi^2} \cdot \left(\frac{m}{n}\right) \cdot (a_0 \cdot t_p)^2$$

Abb. / Fig. 7 Geschwindigkeit / velocity



$$\Delta E = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{m}{n}\right) \cdot V^2$$

Abb. / Fig. 8 Fall aus Höhe h / fall from height h



$$\Delta E = \frac{m}{n} \cdot g \cdot h$$

Berechnungsbeispiel

Ein Container mit empfindlichen elektronischen Geräten soll eine Fallhöhe von $h = 100$ mm auf harten Untergrund unbeschadet überstehen. Auf die Geräte darf maximal eine Beschleunigung von 8 g übertragen werden. Die Eigenfrequenz soll 12 Hz nicht überschreiten. Auf einem Rüttelprüfstand wird eine Resonanzsuche durchgeführt.

Anregung: Sinusschwingung mit $\pm 1,6$ mm Amplitude bis 12,5 Hz; ab 12,5 Hz mit ± 1 g Beschleunigung.

Die gelagerte Masse beträgt 650 kg. Es sind vier Anschlusspunkte für die Federelemente symmetrisch zum Schwerpunkt vorgesehen.

1. Abschätzen der erforderlichen Federsteifigkeit

Um die Forderung nach einer Eigenfrequenz $f_e < 12$ Hz einzuhalten, ergibt sich folgende dynamische Steifigkeit:

$$c_{dyn} < \frac{m}{n} \cdot (2 \cdot \pi \cdot f_e)^2 \quad c_{dyn} < \frac{650}{4} \cdot (2 \cdot \pi \cdot 12)^2 \quad c_{dyn} < 0,924 \cdot 10^6 = 0,924 \frac{kN}{mm}$$

Bei der Anregungsamplitude $\pm 1,6$ mm ist mit einem Versteifungsfaktor $x = 2$ (Abb. 13) zu rechnen. Statische Steifigkeit:

$$c_{dyn} < X \cdot c_{stat} \quad c_{stat} = \frac{c_{dyn}}{2} = \frac{0,924}{2} = 0,462 \frac{kN}{mm}$$

Vorhandene statische Belastung der Federelemente:

$$F = \frac{m \cdot g}{n} = \frac{650 \cdot 9,81}{4} \approx 1600 N = 1,6 kN$$

Überschlägige Berechnung der statischen Einfederung:

$$s > \frac{F}{c_{stat}} = \frac{1,6}{0,462} \approx 3,5 mm$$

Ausgewählt werden

4 Stück CAVOFLEX® Typ H 125-216-90-107-8

Calculation example

A container with sensitive electronic devices should withstand a fall from a height of $h = 100$ mm on to a hard surface without damage. The devices can be subjected to a maximum acceleration of 8 g. The natural frequency should not exceed 12 Hz. A resonance search is carried out on a vibration test stand.

Excitation: Sinusoidal oscillation with ± 1.6 mm amplitude up to 12,5 Hz; from 12,5 Hz at a acceleration of ± 1 g.

The supported mass is 650 kg. Provided are four points of connection for the isolators arranged symmetrical with respect to the centre of gravity.

1. Estimation of necessary spring stiffness

In order to comply with the requirements for a natural frequency of $f_e < 12$ Hz, the following dynamic stiffness results:

At the excitation amplitude $\pm 1,6$ mm, a stiffness factor of $x = 2$ (Fig. 13) can be expected.

Static stiffness:

Existing static load on isolators:

Estimated calculation of the static deflection:

Selected are

4 pieces CAVOFLEX® type H 125-216-90-107-8

Statische Einfederung aus der Druckfederkurve für diesen Typ (aus Tabelle Seite 9 gemittelt):

Static deflection from the compression curve for this type (determined from table, page 9):

$$s \approx \frac{160}{240} \cdot 8 \approx 5,3 \text{ mm}$$

(Weitere Feinauslegung mittels Federkurvenprogramm)

(Further calculation using spring analysis curve program)

Anhand der Werte kann die vorhandene Tangentialsteifigkeit im Betriebspunkt bestimmt werden:

The existing tangential stiffness at the operating point can be determined based on the values shown:

$$c_{stat} \approx 0,27 \frac{kN}{mm}$$

Damit wird die zu erwartende Eigenfrequenz:

The natural frequency to be expected is:

$$f_e \approx \frac{1}{(2 \cdot \pi)} \cdot \sqrt{\frac{n \cdot X \cdot c_{stat}}{m}} \quad f_e \approx \frac{1}{(2 \cdot \pi)} \cdot \sqrt{\frac{(4 \cdot 2 \cdot 0,27 \cdot 10^6)}{650}} = 9,2 \text{ Hz} < 12 \text{ Hz}$$

2. Überprüfung der Schockübertragung

2. Check of shock transmission

Die erforderliche Energieaufnahme je Federelement beträgt:

The necessary energy absorption per isolator is:

$$\Delta E = \frac{m}{n} \cdot g \cdot h = \frac{650}{4} \cdot 9,81 \cdot 0,1 = 159,4 \text{ Nm}$$

Mit der Federkraft wird die übertragene Beschleunigung ermittelt:

The transmitted acceleration is determined by the spring force:

$$a = \frac{n \cdot F}{m} = \frac{4 \cdot 7,62 \cdot 10^3}{650} = 46,9 \frac{m}{s^2} \rightarrow 5g < 8g$$

Damit werden die gestellten Forderungen erfüllt und die Auslegung kann beibehalten werden.

The requirements are thus fulfilled and the design can be maintained.

Schockerprobung

Ein Schaltschrank mit der Masse $m = 180 \text{ kg}$ soll gemäß Skizze (Abb. 9) elastisch aufgestellt werden. Es werden 4 Stück CAVOFLEX® H 125-216-110-150-8 verwendet. Je zwei Drahtseil-Federelemente sind druckbeansprucht unter dem Schaltschrank und die zwei weiteren - zugbeansprucht - oben am Schaltschrank als Kopfhalter angebracht. Das Gerät soll einem Halbsinus-Schockimpuls von 950 m/s^2 (ca. 95 g) und 5 ms ausgesetzt werden. Die Erprobung erfolgt im Falltest mit einem Geschwindigkeitssprung von 3 m/s , entsprechend einer Fallhöhe von:

$$h = \frac{V^2}{(2 \cdot g)} = \frac{3^2}{(2 \cdot 9,81)} = 0,46 \text{ m}$$

Die vier CAVOFLEX® müssen dann folgende Energie aufnehmen:

$$\Delta E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 = \frac{1}{2} \cdot 180 \cdot 3^2 = 810 \text{ Nm}$$

Aufgrund der gewählten Anordnung liegt bei Bewegung in senkrechter Richtung Zug- und Druckbeanspruchung gleichzeitig vor. Zweckmäßigerweise konstruiert man in diesem Fall eine zusammengesetzte Energiekurve für ein Druck-Zug-Federpaar, indem die Energiewerte für Druck und Zug jeweils addiert werden. Das Federpaar muss dann die halbe Energie = 405 Nm absorbieren. Auf der zusammengesetzten Energiekurve wird dieser Wert bei einem Federweg von 53 mm erreicht. Die Schockbelastung errechnet sich aus der Summe der Federkräfte auf das Gerät:

$$\sum F = 2 \cdot F_{\text{Druck} \mid \text{compressive}} + 2 \cdot F_{\text{Zug} \mid \text{tensile}}$$

Druckkraft bei 53 mm $F_{\text{Druck}} = 4,5 \text{ KN}$
Zugkraft bei 53 mm $F_{\text{Zug}} = 18,3 \text{ KN}$

Beschleunigung am Gerät:

$$a = \frac{\sum F}{m} = \frac{45,6 \cdot 10^3}{180} = 253 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \rightarrow 25,8 \text{ g}$$

Shock test

A control cabinet weighing $m = 180 \text{ kg}$ is to be installed according to drawing (Fig. 9). Four CAVOFLEX® H 125-216-110-150-8 are used. Two wire rope isolators respectively - subjected to compressive load - are placed below the control cabinet and the two others are arranged – subject to tensile load – at the top of the control cabinet as top supports. The cabinet is to be subjected to a semi-sinusoidal shock impulse of 950 m/s^2 (about 95 g) and 5 ms. The fall test is carried out at a velocity of 3 m/s , corresponding to a height of fall of:

The four CAVOFLEX® must absorb the following

energy:

Depending on the selected arrangement, tensile and compressive loads are simultaneously exerted with movement in vertical direction. Practical in this case is the use of a combined energy curve for a compressive-tensile-spring pair in which the energy values for compressive and tensile loads are each added. The spring pair must then absorb half the energy = 405 Nm. On the combined energy curve, this value is achieved at a deflection of 53 mm. The shock load is calculated from the total spring forces

exerted on the device:

Compressive force at 53 mm $F_{\text{compressive}} = 4,5 \text{ KN}$
Tensile force at 53 mm $F_{\text{tensile}} = 18,3 \text{ KN}$

Velocity on device:

Rechenergebnis: Input = 95 g/5 ms
Output = 25,8 g (Restschock)

Bei dem anschließend durchgeführten Schockversuch wurde der in der Abb. 10 dargestellte Beschleunigungsverlauf gemessen.

Zum Vergleich ist der mit ShockDesign® ermittelte Beschleunigungsverlauf ebenfalls eingezeichnet. Man erkennt, dass die errechnete Amplitude der ersten Halbwellen zufriedenstellend mit den Messergebnissen übereinstimmt. Im weiteren Beschleunigungsverlauf ergeben sich größere Abweichungen, weil sich das Dämpfungsverhalten von CAVOFLEX® Drahtseil-Federelementen nur sehr schwer für die Eingabe in das Rechenprogramm wirklichkeitsgetreu darstellen lässt. Außerdem ist der ausgeprägte Rückprallimpuls in der Schockrechnung nicht berücksichtigt.

Calculation result: Input = 95 g/5 ms
Output = 25,8 g (residual shock)

The acceleration curve shown in Fig. 10 was measured in the subsequent shock test.

For the purpose of comparison, the acceleration curve determined with ShockDesign® was similarly plotted. One can see that the calculated amplitude of the first half-wave corresponds to the measuring results. In the further course of the acceleration curve, there are significant deviations since the damping behaviour of CAVOFLEX® wire rope isolators is very difficult to represent correctly for inclusion in the calculation program. In addition, the pronounced rebound impulse is not taken into account in shock calculation.

Besonders deutlich zu erkennen ist das überdurchschnittlich gute Dämpfungsverhalten von CAVOFLEX® Drahtseil-Federelementen und demzufolge das schnelle Abklingen der Schwingung, so dass das System schnell zur Ruhe kommt (schon die 2. Halbwellen ist nur noch ca. 1/3 der 1. Halbwellen!)

To be clearly seen is the above average damping behaviour of CAVOFLEX® wire rope isolators and in turn rapid vibration reduction, so that the system quickly returns to a state of rest (the second half-wave is only about 1/3rd of the first half-wave!)

Abb. / Fig. 9 Skizze „Schaltschrank“/
 diagram „Control cabinet“

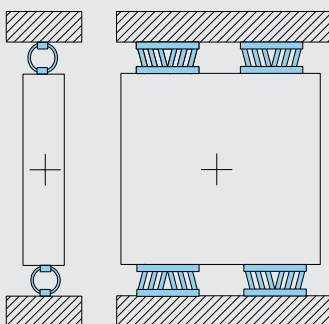


Abb. / Fig. 10
 Beschleunigungsverlauf /
 acceleration curve

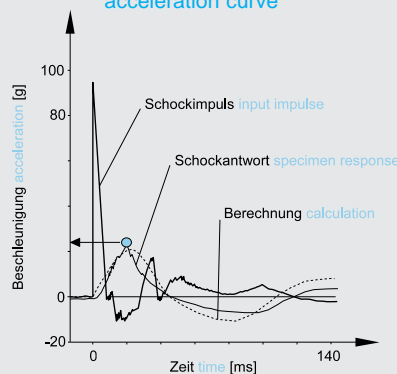
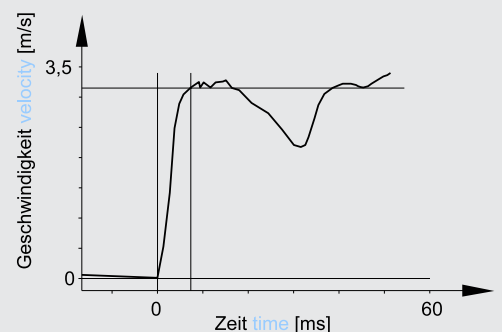


Abb. / Fig. 11 Geschwindigkeitsverlauf /
 velocity curve



Schwingungsisolierung

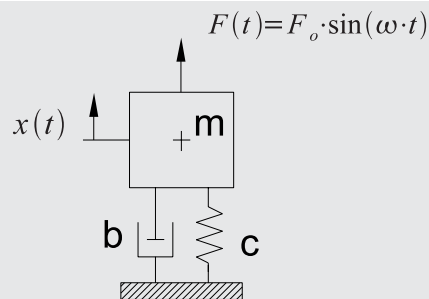
Ziel der Schwingungsisolierung ist es, die Übertragung von Vibrationskräften aus dem Fundament auf ein gelagertes Gerät (passive Schwingungsisolierung) bzw. vom Gerät auf das Fundament (aktive Schwingungsisolierung) auf ein zulässiges Maß abzumindern.

Für die Minimierung der Schwingungsamplitude ist es nötig, ein genau abgestimmtes Feder-Masse-System zu schaffen. Für den Einmassenschwinger mit linearer Federkennlinie gelten folgende Zusammenhänge:

Vibration isolation

The aim of vibration isolation is to reduce to a permissible limit the transmission of vibration forces from the foundation to a supported unit (passive vibration isolation) or from the unit to the foundation (active vibration isolation).

For minimisation of the vibration amplitude, it is necessary to design an exactly co-ordinated spring-mass system. The following relationships apply to single-degree-of-freedom-systems with linear spring characteristics:



Das Kräftegleichgewicht für dieses System lautet:

The equilibrium of forces for this system is as follows:

$$m \cdot \ddot{x}_m + b \cdot \dot{x} + c \cdot x = F_{err}(t)$$

Massenkraft + Dämpferkraft + Federkraft = Erregerkraft
mass force + damping force + spring force = excitation force

Aus dieser Differentialgleichung kann die Übertragungsfunktion T mit dem Frequenzverhältnis und dem Dämpfungsgrad abgeleitet werden.

The transmission function T can be derived from this differential equation with the frequency ratio and degree of damping.

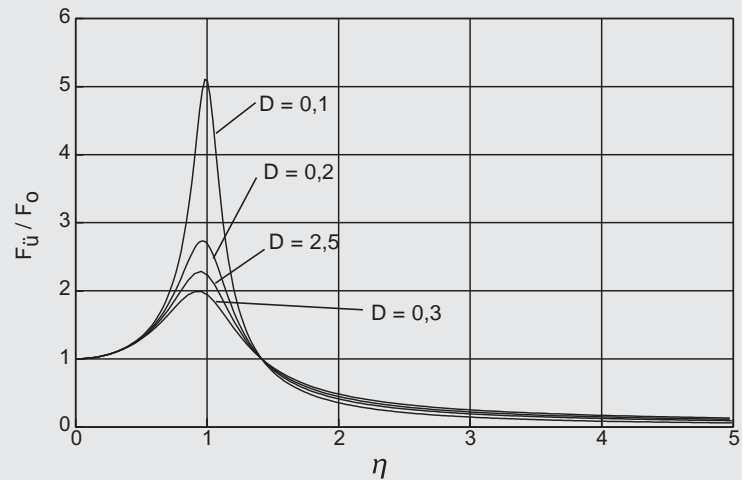
$$T = \frac{F_u}{F_o} = \sqrt{\frac{(1 + (2 \cdot D \cdot \eta))^2}{((1 - \eta^2)^2 + (2 \cdot D \cdot \eta)^2)}} \quad \eta = \frac{f_{err}}{f_e} \quad D = \frac{b}{(2 \cdot m \cdot \omega)}$$

Ableitung des Isolationsgrades:

Derivation of the insulation degree:

$$i = \frac{(F_o - F_u)}{F_o} \cdot 100 \quad i = \left(1 - \sqrt{\frac{(1 + (2 \cdot D \cdot \eta))^2}{((1 - \eta^2)^2 + (2 \cdot D \cdot \eta)^2)}}\right) \cdot 100$$

Abb. / Fig. 12 Übertragungsfunktion für verschiedene Dämpfungsgrade / transmission function for various degrees of damping



Aus der Übertragungsfunktion wird folgendes ersichtlich:

1. Die Auflagekräfte erreichen ihre maximalen (kritischen) Werte, wenn die Erregerfrequenz ungefähr mit der Eigenfrequenz zusammenfällt (Resonanzfall $\eta \approx 1$). Die Kräfte können dann nur durch eine hohe Dämpfung begrenzt werden.
2. Wenn die Erregerfrequenz kleiner als die Eigenfrequenz ist $\eta < 1$, wird keine Schwingungsisolierung erreicht.
3. Ab einem Frequenzverhältnis von $\eta > \sqrt{2}$ wird eine Schwingungsisolierung erreicht. Die Eigenfrequenz des Einmassenschwingers kann aus der Federkonstanten und der gelagerten Masse bestimmt werden.

Beim Einsatz von CAVOFLEX® sind folgende Besonderheiten zu beachten:

Die Dämpfungskraft hängt weniger von der Geschwindigkeit ab, sehr viel größer ist die Abhängigkeit von der Schwingungsamplitude.

Es liegt hier also keine viskose (geschwindigkeitsproportionale), sondern überwiegend strukturelle (Reibungs-)Dämpfung vor.

The following is shown from the transmission function:

1. The bearing forces reach their maximum (critical) values, when the excitation frequency roughly corresponds to the natural frequency (resonance $\eta \approx 1$). The forces can only be limited by high damping.
2. If the excitation frequency $\eta < 1$ is less than the natural frequency, no vibration isolation is achieved.
3. From a frequency ratio of $\eta > \sqrt{2}$ vibration isolation is achieved. The natural frequency of the single-degree-of-freedom-system can be determined from the spring constants and supported mass.

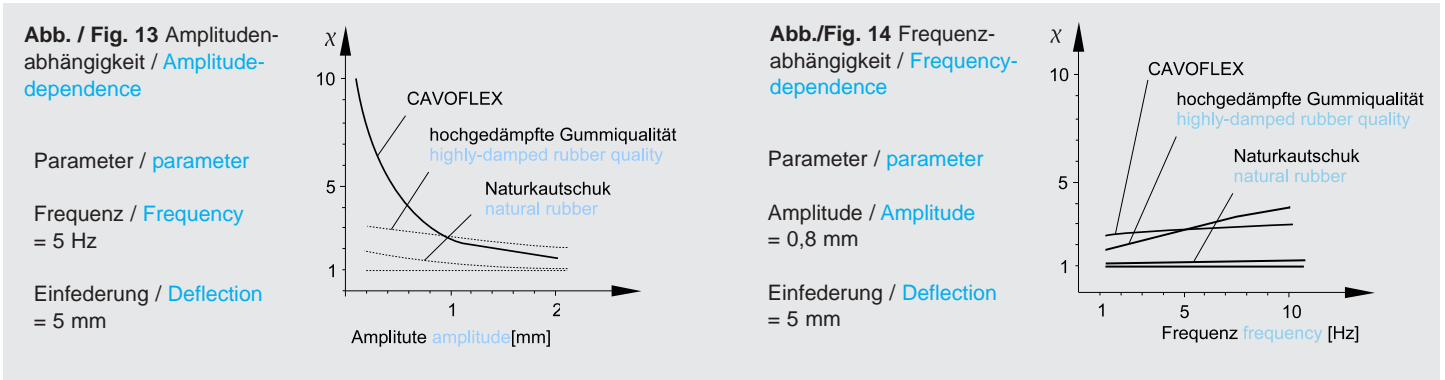
The following should be noted when using CAVOFLEX®:

The damping force depends only to a small extent on the velocity. The dependence on the vibration amplitude is much greater.

The damping characteristics are therefore not viscose (proportionate to velocity), but mainly structural (frictional).

Die oben angenommenen linearen Zusammenhänge sind also nicht mehr gegeben. Die Abb. 13 und 14 zeigen die Abhängigkeit der Federsteife von Amplitude und Frequenz zwischen CAVOFLEX®, Naturkautschuk und hoch gedämpften Gummiqualitäten im Vergleich.

The above assumed linear relationships therefore cease to apply. Figs. 13 and 14 show a comparison of the dependence of the spring stiffness on amplitude and frequency between CAVOFLEX®, natural rubber and highly damped rubber qualities.



Mit abnehmender Amplitude steigt die dynamische Steifigkeit erheblich gegenüber der statischen Steifigkeit an. Für die Ermittlung der Eigenfrequenz wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

The dynamic stiffness increases substantially with decreasing amplitude compared to the static stiffness. The following procedure is recommended for determination of the natural frequency:

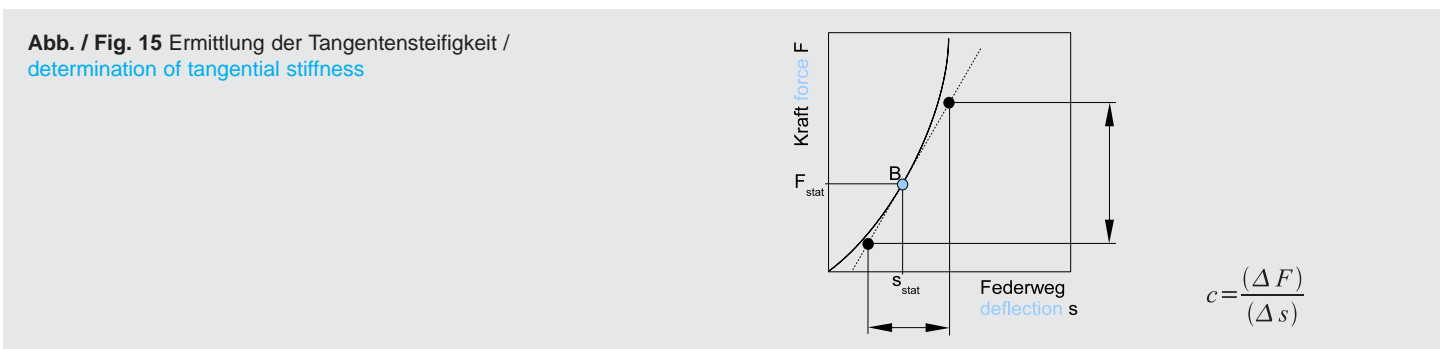
Für statische Einfederungen > 5 mm wird die linearisierte statische Federsteifigkeit im Betriebspunkt (Tangentensteifigkeit) ermittelt. Für kleinere statische Einfederungen wird die Tangentensteifigkeit bei 5 mm Einfederung zugrunde gelegt. In Abhängigkeit von der dynamischen Amplitude ergibt sich die dynamische Steifigkeit aus

For static deflections > 5 mm, the linearised static spring stiffness at the operating point (tangential stiffness) is determined. For smaller static deflections, the tangential stiffness with a deflection of 5mm is taken as a basis. Depending on the dynamic amplitude, the dynamic stiffness is given by

$$c_{dyn} = \chi \cdot c_{stat} \qquad f_e = \frac{1}{(2 \cdot \pi)} \cdot \sqrt{\frac{c_{dyn}}{m}} [Hz]$$

Der Versteifungsfaktor χ ist den Abb. 13 und 14 zu entnehmen. Für Anregungsamplituden von 1,6 mm ergibt sich $\chi \approx 2$. Das Lehr'sche Dämpfungsmaß D bei dieser Anregung beträgt ca. 0,25.

Whereby the stiffness factor χ is shown in Figs. 13 and 14. For excitation amplitudes of 1,6 mm the dynamic stiffness is given from $\chi \approx 2$. The Lehr damping factor D at this excitation amplitude is about 0,25.



Als besonderer Vorteil der Reibungsdämpfung bei CAVOFLEX® ergibt sich zum Beispiel bei Anregung des Systems in der „Resonanzfrequenz“ eine ständige Verstärkung des Systems, so dass die maximale Vergrößerung der Amplitude auf ca. 3-fach begrenzt bleibt (Überhöhung < 3).

Die Abb. 16 zeigt das Ergebnis einer Schwingungsprüfung. Es handelt sich dabei um eine gelagerte Gerätemasse $m = 1150$ kg. Gelagert wurde auf 6 Stück CAVOFLEX® H 160-267-107-125-8 in 45°-Anordnung. Die Erregung des Systems erfolgte vertikal auf einem Schwingtisch über einen Frequenzbereich von 4 bis 100 Hz. Im Bereich 4 bis 10 Hz wurde mit konstanter Wegamplitude $x = 3,7$ mm und im Bereich 10 bis 100 Hz mit konstanter Beschleunigung $\ddot{X} = 1,5$ g angeregt. In Abb. 16 ist das Verhältnis der Beschleunigung am Fußpunkt (\ddot{X}_f) zum Gerät (\ddot{X}_m) dargestellt. Es handelt sich um den Fall der passiven Isolierung. (Die Erregung erfolgt vom Fundament über die Dämpfungselemente auf das Gerät.)

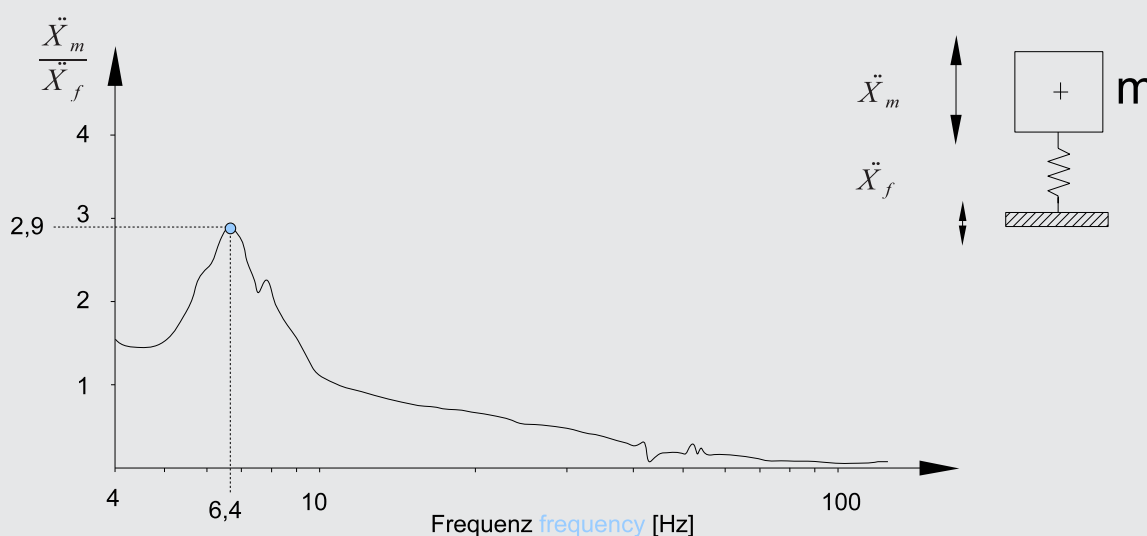
Das Ergebnis zeigt, dass auch in diesem Fall in der Resonanz nur maximal das 3-fache der Eingangsbeschleunigung übertragen wird.

A particular advantage of frictional damping using CAVOFLEX® is the excitation of the system at „resonance frequency“ in the case of constant system misalignment, so that the maximum increase in amplitude is limited to about three times (magnification factor < 3).

Fig. 16 shows the result of a vibration test. This is a supported unit mass $m = 1150$ kg. Used for support purposes were six CAVOFLEX® H 160-267-107-125-8 in a 45° arrangement. Excitation of the system took place vertically on a vibrating table across a frequency range of 4 to 100 Hz. In the range of 4 to 10 Hz, excitation took place at a constant displacement of $x = 3,7$ mm and in the range of 10 to 100 Hz at a constant velocity of $\dot{X} = 1,5$ g. Fig. 16 shows the relation between the velocity at the foundation (\dot{X}_f) with respect to the unit (\dot{X}_m). This is a case of passive isolation. (Excitation takes place from the foundation across the damping elements to the unit).

The result shows that also in this case only maximum three times the initial acceleration is transmitted at resonance frequency.

Abb. / Fig. 16 Ergebnis einer Schwingungsprüfung / result of a vibration test



Körperschalldämmung

Verschiedene im Rahmen eines umfangreichen Forschungsprogramms in Auftrag gegebene Versuche zur Bestimmung der Durchgangsdämmung bei CAVOFLEX® haben gezeigt, dass trotz des direkten metallischen Kontakts zwischen Aggregat und Fundament eine wirkungsvolle Körperschalldämmung erreicht wird. Die Versuche zweier namhafter, anerkannter Forschungsinstitute haben für verschiedene CAVOFLEX® Durchgangsdämmwerte von über 20 dB ergeben.

In der Praxis weicht der Wert für die Durchgangsdämmung jedoch je nach Fundamentsteifigkeit nach oben oder unten ab.

Ein typisches Beispiel für den Verlauf der Durchgangsdämmung in Abhängigkeit der Frequenz zeigt Abb. 17, gemessen am Dämpfertyp H 95-216-90-110-8.

Zum Vergleich wird die gemessene Kurve auf ein typisches Schiffbaufundament umgerechnet. Die dann zu erwartenden Dämmwerte liegen im Bereich von 10 bis 15 dB.

Structure-borne noise damping

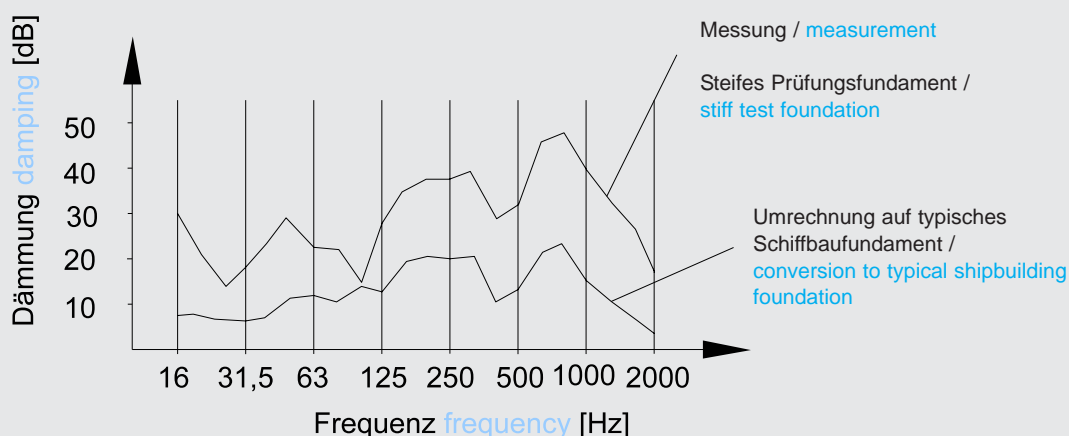
Various tests for determination of the damping effectiveness of CAVOFLEX® isolators carried out as part of an extensive research program have shown that despite direct metal contact between the unit and foundation, effective structure-borne noise damping is achieved. The tests carried out by two renowned and recognised research institutes have produced damping values of over 20 dB for various CAVOFLEX® isolators.

In normal practise, the damping effectiveness value deviates up or down depending on the foundation stiffness.

A typical example of the damping effectiveness as a function of frequency is shown in Fig. 17, measured on the isolator type H 95-216-90-110-8.

As a comparison, the measured curve is converted to a typical shipbuilding foundation. The expected damping values are between 10 and 15 dB.

Abb. / Fig. 17
Durchgangsdämmung /
damping effectiveness



Formelzeichen / Symbols

m	Masse / mass	[kg]
g	Erdbeschleunigung / gravitational acceleration	[9,81 m/s ²]
f_e	Eigenfrequenz / natural frequency	[Hz]
f_{err}	Erregerfrequenz / excitation frequency	[Hz]
ω	Kreisfrequenz / angular frequency	[1/s]
T	Periodendauer / period duration	[s]
t	Zeit / time	[s]
tp	Stoßzeit / shock time	[s]
η	Frequenzverhältnis / frequency ratio	
c	Federkonstante / spring constant	[N/m]
c_{stat}	statische Federkonstante / static spring constant	[N/m]
c_{dyn}	dynamische Federkonstante / dynamic spring constant	[N/m]
χ	Versteifungsfaktor / stiffening factor	
b	Dämpfungs-konstante / damping constant	[Ns/m]
D	Dämpfungsgrad (Lehr'sches Dämpfungsmaß) / degree of damping (Lehr damping factor)	
n	Anzahl der CAVOFLEX® / number of CAVOFLEX®	
i	Isoliergrad / degree of isolation	[%]
s	Federweg / deflection	[m]
x	Weg-Zeit-Funktion / displacement-time function	[m]
\ddot{X}_m	Weg-Zeit-Funktion des gelagerten Objekts / displacement-time function of support object	[m]
\ddot{X}_f	Weg-Zeit-Funktion des Fundamentes bzw. des Federfußpunktes / displacement-time function of foundation or spring base	
h	Fallhöhe / height of fall	[m]
v	Stoßgeschwindigkeit / shock velocity	[m/s]
a	Beschleunigung / acceleration	[m/s ²]
a_o	maximale Stoßbeschleunigung / maximum shock acceleration	[m/s ²]
F	Kraft / force	[N]
F_{err}	Erregerkraft / excitation force	[N]
F_ü	maximale übertragene Kraft / maximum transmitted force	[N]
F_o	maximale Erregerkraft / maximum excitation force	[N]
E	Energie / energy	[Nm]

Mess- und Prüftechnik

Für die Qualitätssicherung und Entwicklung neuer CAVOFLEX® Typen verfügt WILLBRANDT über eine 250 kN servo-hydraulische Universalprüfmaschine.

Darüber hinaus bieten wir:

- Körperschall-, Luftschall- und Schwingungsanalyse
- Auslegung und Fertigung von Schallschutzmaßnahmen
- Berechnung und Auslegung von schwingungstechnischen Problemen

Computer-Simulationen

Federkurvenprogramm

Mit dem kostenlosen Federkurvenprogramm können Sie detaillierte Federdaten für Ihre eigenen Berechnungen abrufen. Es dient Ihnen als zentraler Datenpool unserer elektronisch gespeicherten Federkurven. Sie ersparen sich damit das Blättern nach Details in verschiedenen Fachkatalogen.

ShockDesign®

ShockDesign® berechnet insbesondere das Antwortverhalten von elastisch gelagerten Mehrmassenschwingern auf eine kurzzeitige stoßartige Fußpunktanregung.

ShockDesign® wird von vielen Industrieunternehmen und Werften dazu benutzt, vielfältige Aufgaben wie z. B. die Bestimmung von Auflagekräften statisch unbestimmter Systeme und die Frequenz-Ermittlung in allen Freiheitsgraden zu lösen.

ShockDesign® hilft Ihnen bei der Konzeption von Mehrmassenschwingern mit z. B. schiffstypischen Belastungen durch Rollen, Stampfen und Gieren.

Im Bereich der Marineanwendung oder der Transportlogistik kommt letztendlich noch der hohe Anspruch der schocksicheren Lagerung hinzu. Mit ShockDesign® können Sie alle Belastungen für Ihre schockgelagerte Einheit ermitteln und mit den Daten aus der WILLBRANDT Federbibliothek die richtige Lösung für Ihre Ansprüche finden. ShockDesign® ist hierfür vom Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung anerkannt und zugelassen.

Measurement and testing

For quality assurance and the development of new CAVOFLEX® types, WILLBRANDT has a 250 kN servo-hydraulic universal testing machine.

We also offer:

- Structure-borne noise, air-borne noise and vibration analysis
- Design and production of sound insulating measures
- Calculation and design of vibration solutions

Computer simulation

Spring curve program

With our free spring curve program, detailed spring data can be provided for specific calculations. It serves as a central data pool for our electronically stored spring curves and saves having to search for details in various specialised catalogues.

ShockDesign®

ShockDesign® calculates in particular the response behaviour of elastically supported multi-degree-of-freedom-systems to a brief shock-like excitation of the foundation.

ShockDesign® is used by numerous companies in industry and shipyards for the purpose of solving diverse problems such as the determination of the bearing forces of statically undetermined systems and the frequency in all degrees of freedom.

ShockDesign® is invaluable for the design of multi-degree-of-freedom-systems with, e.g. typical ship loads through rolling, pitching and yawing.

In marine applications or transport logistics, high demands are placed on shock resistance. With ShockDesign® all loads can be determined for shockproof design and a suitable solution found with data from the WILLBRANDT spring archive. ShockDesign® is recognised and approved by the Federal Office for Military Technology and Procurement.

Qualitätssicherungssystem

Die Fertigung von CAVOFLEX® Drahtseil-Feder-elementen in unserem Hause unterliegt der Güteprüfung nach Kundenspezifikationen (Bundeswehr, AQAP4, Bundesbahn etc.) und ist zertifiziert nach DIN ISO 9000 ff.

Militärspezifikationen

In einzelnen Anwendungsfällen haben CAVOFLEX® Drahtseil-Federelemente folgende militärische Spezifikationen erfüllt und in der Erprobung erfolgreich bestanden:

- BV 043 Schocksicherheit
- BV 044 Rüttelsicherheit
- BV 30/VG 95 577 Elektromagnetische Verträglichkeit
- MIL-STD-810 D
- MIL-STD-167 (Vibration)
- MIL-S-901 (Schock)
- MIL-C-172
- STANAG 4142

Quality assurance system

The production of CAVOFLEX® products at our company is subject to quality inspection according to customers' specifications (Federal Armed Forces, AQAP4, German Federal Railway, etc.) and is certified to DIN ISO 9000 ff.

Military specifications

In the individual applications, CAVOFLEX® wire rope isolators have fully complied with the following military specifications and successfully passed all tests:

- BV 043 shock resistance
- BV 044 vibration resistance
- BV 30/VG 95 577 electromagnetic compatibility
- MIL-STD-810D
- MIL-STD-167 (vibration)
- MIL-S-901 (shock)
- MIL-C-172
- STANAG4142



Schwingungstechnik
Kompensatoren
Lärmschutzsysteme
Profile und Fender
Antriebselemente
Spezialdichtungen

Vibration Technology
Expansion Joints
Noise Protection Systems
Profiles and Fenders
Power Transmission Elements
Special Sealings

WILLBRANDT KG
Schnackenburgallee 180
D-22525 Hamburg
Telefon +49 (0) 40 / 54 00 93-0
Fax +49 (0) 40 / 54 00 93-47
eMail info@willbrandt.de

Niederlassung Hannover

Großer Kolonnenweg 18
D-30163 Hannover
Telefon +49 (0) 511 / 9 90 46-0
Fax +49 (0) 511 / 9 90 46-30
eMail hannover@willbrandt.de

Niederlassung Berlin

Breitenbachstraße 7 - 9
D-13509 Berlin
Telefon +49 (0) 30 / 43 55 02-25
Fax +49 (0) 30 / 43 55 02-20
eMail berlin@willbrandt.de

Willbrandt Gummitechnik ApS

Finlandsgade 29
DK-4690 Haslev
Telefon +45 56 87 01 64
Fax +45 56 87 22 08
eMail info@willbrandt.dk

www.willbrandt.de

