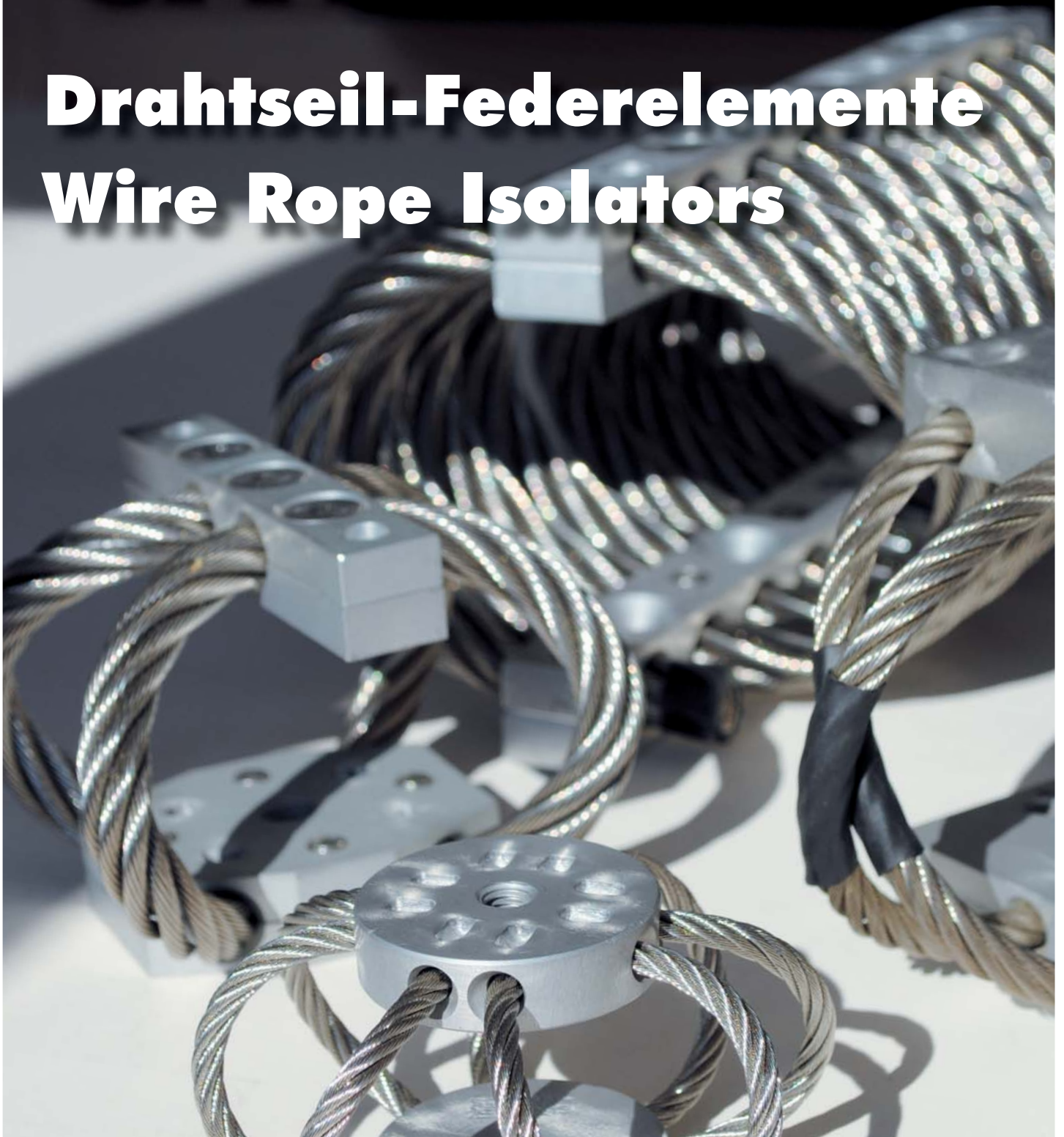


# CAVOFLEX®

**Drahtseil-Federelemente**  
**Wire Rope Isolators**





WILLBRANDT Gummitechnik hat sich seit Jahrzehnten konsequent auf die Elastomer-Technik spezialisiert und sich dabei in vielen Bereichen als zuverlässiger Partner der Industrie weltweit profiliert.

Fachlich qualifizierte und persönliche Beratung durch eigenes Engineering, anwendungsorientierte Problemlösungen, eigene Entwicklungen und Patente sowie ein Prüf- und Messlabor im Haus haben den guten 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**

For decades, WILLBRANDT Gummitechnik has consistently specialised in elastomer technology, and has gained a worldwide reputation in many sectors as an reliable partner of industry.

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

<b>Warum CAVOFLEX® ?</b> <b>Why CAVOFLEX® ?</b>	5
<b>Übersicht und Auswahlhilfe</b> <b>Overview and selection guide</b>	7
<b>Standardmaterial</b> <b>Standard material</b>	8
<b>Sondermaterial</b> <b>Special material</b>	9
<b>Anwendungsdaten</b> <b>Application data</b>	9
<b>Allgemeine Hinweise</b> <b>General information</b>	10
<b>CAVOFLEX® Baureihe H</b> <b>CAVOFLEX® series H</b>	14
<b>CAVOFLEX® Baureihe HK</b> <b>CAVOFLEX® series HK</b>	19
<b>CAVOFLEX® Baureihe RX</b> <b>CAVOFLEX® series RX</b>	22
<b>CAVOFLEX® Baureihe SX</b> <b>CAVOFLEX® series SX</b>	24
<b>CAVOFLEX® Baureihe QX</b> <b>CAVOFLEX® series QX</b>	27
<b>CAVOFLEX® Baureihe TX</b> <b>CAVOFLEX® series TX</b>	29



# Inhalt

<b>Wie platziert man CAVOFLEX® Federelemente ?</b> <b>How to place CAVOFLEX® springs ?</b>	30
<b>Federkennlinien</b> <b>Spring characteristics</b>	31
<b>Theorie Schwingungsisolierung</b> <b>Theory vibration isolation</b>	32
<b>Berechnungsbeispiele</b> <b>Calculation examples</b>	38
<b>Körperschalldämmung</b> <b>Structure-borne noise damping</b>	42
<b>Formelzeichen</b> <b>Symbols</b>	43
<b>Qualitätssicherungssystem</b> <b>Quality assurance system</b>	44
<b>Typische Anforderungen / Normen</b> <b>Typical demands / norms</b>	44
<b>Mess- und Prüftechnik</b> <b>Measurement and testing</b>	45
<b>Berechnungs- und Federkurvenprogramm</b> <b>Calculation and spring viewer program</b>	46



## Warum CAVOFLEX® ?

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 für anspruchsvolle stoß- und rüttel-sichere Lagerungen optimal geeignet, insbesondere wenn Normen aus dem Transportwesen, Bahn und dem militärischen Bereich erfüllt werden müssen.

Diese Vorteile machen CAVOFLEX® Elemente zu einem leistungsfähigen Stoß- und Schwingungsdämpfer:

- Es sind sehr niedrige Eigenfrequenzen möglich. Dadurch werden niederfrequente überkritische Abstimmungen bei geringen Bauhöhen erreicht, die zu einer hervorragenden Isolierung führen.
- Die Resonanzüberhöhung beträgt ca. das 3-fache der Erregung. Die Schwingungsamplitude klingt 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.
- Auch nach einer dynamischen Überbelastung wird die Federsteifigkeit nicht nachteilig verändert. Die Drahtseil-Federelemente bleiben auch nach einer extremen Beanspruchung voll funktionsfähig.
- Die hohe Energieaufnahme bei kleinen Baumaßen führt zu einer geringen Geräte- und Fundamentbelastung.
- Drahtseil-Federelemente sind abreißsicher und in allen Lagen belastbar (Druck, Schub und Zug).

## Why CAVOFLEX® ?

CAVOFLEX® wire rope isolators consist of stainless steel 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 ideal for shock and vibration-save applications, in particular where transport, railway and military requirements have to be fulfilled.

The following advantages makes CAVOFLEX® to a highly productive shock and vibration damper:

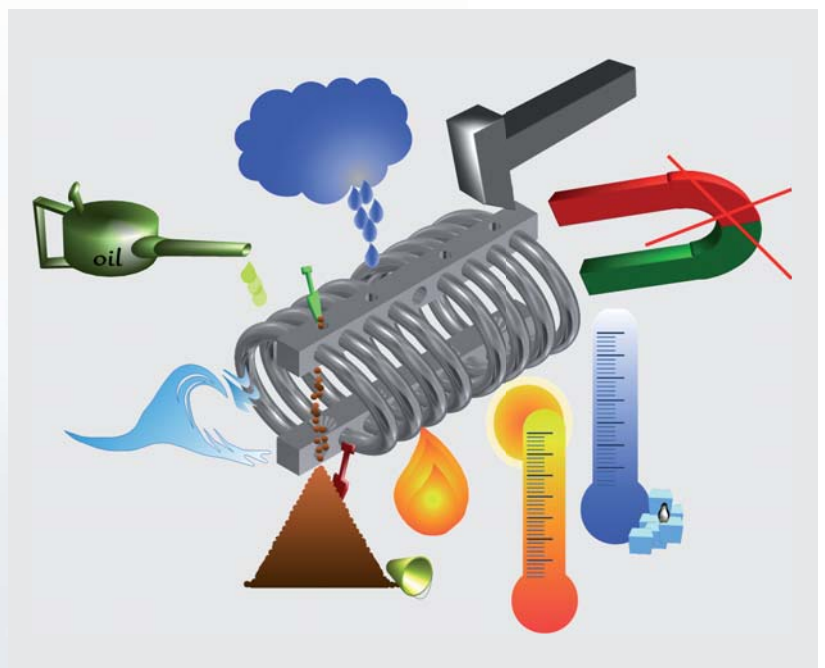
- Very low natural frequencies are possible and allow for low-frequency critical adjustment coupled with a compact size for excellent isolation.
- The magnification factor is about three times the excitation, therefore the vibration amplitude quickly reduces following shock excitation, ensuring good stability of the supported units.
- CAVOFLEX® wire rope isolators are particularly suitable for systems sensitive to vibrations, e.g., electronics or laser devices.
- 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.
- Wire rope isolators are fail-save and can therefore be loaded in any directions (compressive, shear and tensile loads).

## Warum CAVOFLEX® ?







- Hervorragende Beständigkeit gegen Umwelteinflüsse:
  - mechanische Unempfindlichkeit
  - öl- und benzinfest
  - seewasserbeständig in Sonderausführung (nur H-Elemente ab H 30)
  - temperaturbeständig
- Edelstahlausführung auf Anfrage.
- Lange Lebensdauer durch gute Alterungsbeständigkeit.
- Absolute Wartungsfreiheit, Verschmutzungen schränken die Funktion nicht ein.
- Die Federcharakteristik bleibt auch bei extremen Temperaturen (ca. -70 °C bis +260 °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.

## Why CAVOFLEX® ?

- Excellent resistance to environmental influences:
  - mechanical insensitivity
  - oil and petroleum resistant
  - seawater resistant in a special design (only H elements up to H 30)
  - temperature resistant
- Stainless steel on request.
- Long lifetime due to high resistance against ageing.
- Completely maintenance-free, fouling does not limit function.
- The spring characteristics remain virtually unchanged also at extreme temperatures (approx. -70 °C to +260 °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.



## Übersicht und Auswahlhilfe / Overview and selection guide

Baureihe series	Lastbereich load range  kg	belastbar in allen Richtungen loadable in all directions	elektrisch leitend electrical conducting	Steifigkeit stiffness  axial/radial	Besonderheit specialty
<b>H</b> 	1 - 2500	Ja yes	Ja yes	4:1	universal universal
<b>HK</b> 	1 - 1000	Ja yes	Ja yes	4:1	platzsparend space-saving
<b>RX</b> 	0,2 - 50	Ja yes	Nein no	3:1	kompatibel mit Gummipuffern compatible to compression mounts
<b>SX</b> 	2 - 100	Ja yes	Nein no	3:1	1+2 Lochbe- festigungen 1+2 hole fastening
<b>QX</b> 	4 - 6,5	Nein no	Nein no	4:1	entwickelt für die Wandbefestigung designed for wall mounting
<b>TX</b> 	0,05 - 2	Ja yes	Ja yes	2:1	für kleine Geräte for small units

## Standardmaterial / Standard material

Baureihe series	Bauteil component	Typ type	Werkstoff-Nr. AISI-no.	Beschichtung coating
<b>H</b>	Seil / rope	H15 - H285	1.4401/316 Edelstahl / stainless steel	-
	<b>Barren / bars</b>	H15 - H160	3.2315 Aluminium / aluminium	chromatiert* / chromated*
		H190 - H285	3.3547 Aluminium / aluminium	chromatiert* / chromated*
	Schrauben / screws	H48 - H285	1.4401/316 Edelstahl / stainless steel	-
	Klammern / clamps	H15 - H35	1.4401/304 Edelstahl / stainless steel	-
<b>HK</b>	Seil / rope	HK48 - HK 285	1.4401/316 Edelstahl / stainless steel	-
	<b>Barren / bars</b>		3.3547 Aluminium / aluminium	chromatiert* / chromated*
	Schrauben / screws		1.4401/304 Edelstahl / stainless steel	-
<b>RX</b>	Seil / rope	alle / all	1.4401/316 Edelstahl / stainless steel	-
	<b>Ronden / discs</b>		3.3547 Aluminium / aluminium	eloxiert / anodised
<b>SX</b>	Seil / rope	alle / all	1.4401/316 Edelstahl / stainless steel	-
	<b>Barren / bars</b>		3.2315 Aluminium / aluminium	eloxiert / anodised
	Schrauben / screws		1.4401/316 Edelstahl / stainless steel	-
<b>QX</b>	Seil / rope	alle / all	1.4401/316 Edelstahl / stainless steel	-
	<b>Barren / bars</b>		3.3547 Aluminium / aluminium	eloxiert / anodised
<b>TX</b>	Seil / rope	alle / all	1.4401/316 Edelstahl / stainless steel	-
	<b>Barren / bars</b>		3.3206 Aluminium / aluminium	keine / without

\*Chrom-VI-frei / \*chromium 6 free





## Sondermaterial / Special material

Baureihe series	Bauteil component	Typ Type	Edelstahl-Ausführung stainless steel design
<b>H</b>	<b>Barren / bars</b>	H30 - H285	1.4571
<b>HK</b>	<b>Barren / bars</b>	HK 48 - HK 285	1.4571

## Anwendungsdaten / Application data

<b>Temperaturbereich / temperature range</b>	-70 °C bis +260 °C -70 °C up to +260 °C	
<b>Elektrische Leitfähigkeit* / electrical conductivity*</b>	Elektrischer Widerstand electrical resistance	<2 x 10 <sup>3</sup> Ohm (nur Baureihe H und HK) <2 x 10 <sup>3</sup> Ohm (only series H and HK)
	*mit Chromatierung / with chromating Achtung: mit Eloxal = nichtleitend / Attention: with anodized = non-conducting	
<b>Toleranzen / tolerances</b>	Befestigungsbohrungen fastening holes	+/- 0,2 mm +/- 0,2 mm
	Elementbreite / -höhe element width / height	+/- 2 mm (für QX +/- 10 mm) / +/- 2 mm +/- 2 mm (for QX +/- 10 mm) / +/- 2 mm
	Federwerte: deflection:	+/- 20 % für alle Belastungsrichtungen +/- 20 % for all load directions

## Allgemeine Hinweis

### CAVOFLEX® TYP

In der Typbezeichnung der CAVOFLEX® Drahtseil-Federelemente sind die wesentlichen konstruktiven Abmessungen enthalten.

### Gewicht

Das annähernde Gewicht bezieht sich auf die Standardausführung.

### Belastungsrichtung

Erklärungen der Belastungsrichtungen sind auf Seite 31 aufgeführt. Die Unterschiede in den beiden Radial-Belastungsrichtungen sind nur geringfügig und daher in den technischen Angaben zu einem Wert zusammengefasst worden.

### Statische Belastung und zugehörige Einfederung

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

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

### Dynamische Steifigkeit und Eigenfrequenz (nur Baureihe H und HK)

Die dynamische Steifigkeit und die Eigenfrequenz beziehen sich auf die in den Tabellen angegebenen statischen Belastungen 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 36)

## General information

### CAVOFLEX® TYPE

The type designations of the CAVOFLEX® wire rope isolators contain essential design dimensions.

### Weight

The approximate weight shown refers to the standard type.

### Load direction

For explanations to load directions, see page 31. The differences in both radial load directions are negligible and are therefore shown as a single value in the technical data.

### Static load and corresponding deflection

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

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

### Dynamic stiffness and natural frequency (only series H and HK)

The dynamic stiffness and natural frequency refer to the static loads shown in the tables 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 36).

## Allgemeine Hinweise

### Maximale Federkraft und -weg

Die maximal möglichen Federwege und dazugehörigen Federkräfte sind bei den jeweiligen Typen angegeben.

Nach technischer Klärung sind evtl. abweichende Werte möglich.

### 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-FF mit 6 Windungen ausgeführt werden, so lautet die neue Typ-Bezeichnung

H 95-216-110-135-6-FF

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

## General information

### Maximum spring force and deflection

Maximum deflections and additional forces are shown on the respective types.

After technical clarification other values could be possible.

### 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-FF is to be provided with 6 loops, the type designation is

H 95-216-110-135-6-FF

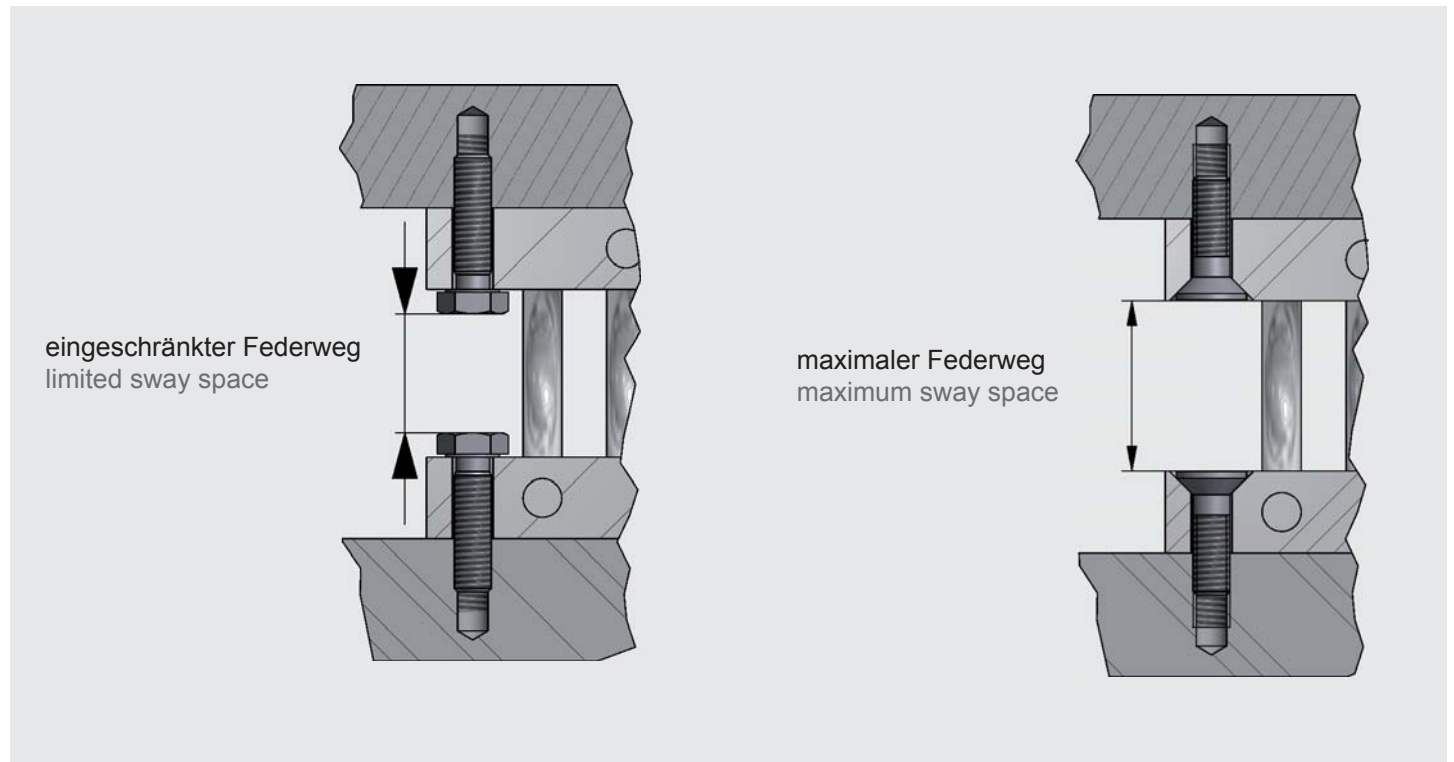
In order to determine the applicable spring forces and stiffness for this isolator, the respective values must be multiplied by a correction factor of  $6/8 = 0,75$ .



## Allgemeine Hinweise

### Nutzbarer Federweg

Bitte beachten Sie, dass der Federweg u. a. abhängig von der Verschraubungsart ist:



## General information

### Usable sway space

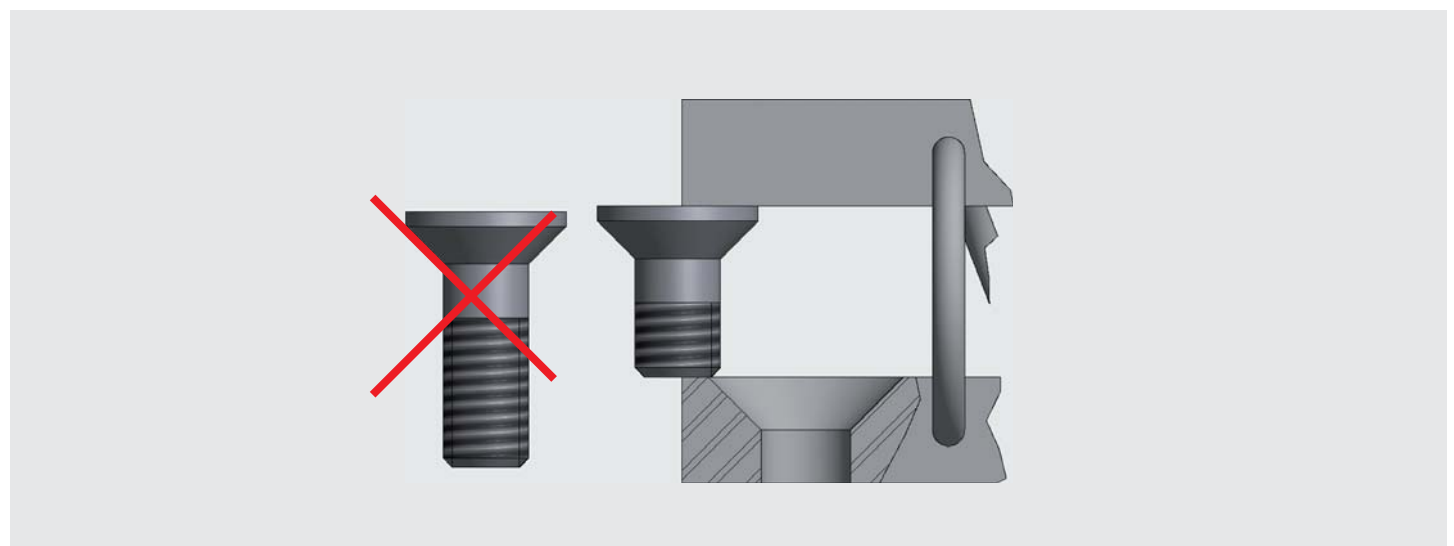
Please note that sway space depends also on mounting options.

### Schraubenlängen

Einige kleinere Bauhöhen haben evl. nicht genügend Freihöhe für alle Schraubenlängen. Bitte prüfen Sie vor der Bestellung die Gegebenheiten.

### Length of screws

Some smaller types provide probably not enough height for all screw-length. Before ordering please check mounting situation.



## Allgemeine Hinweise

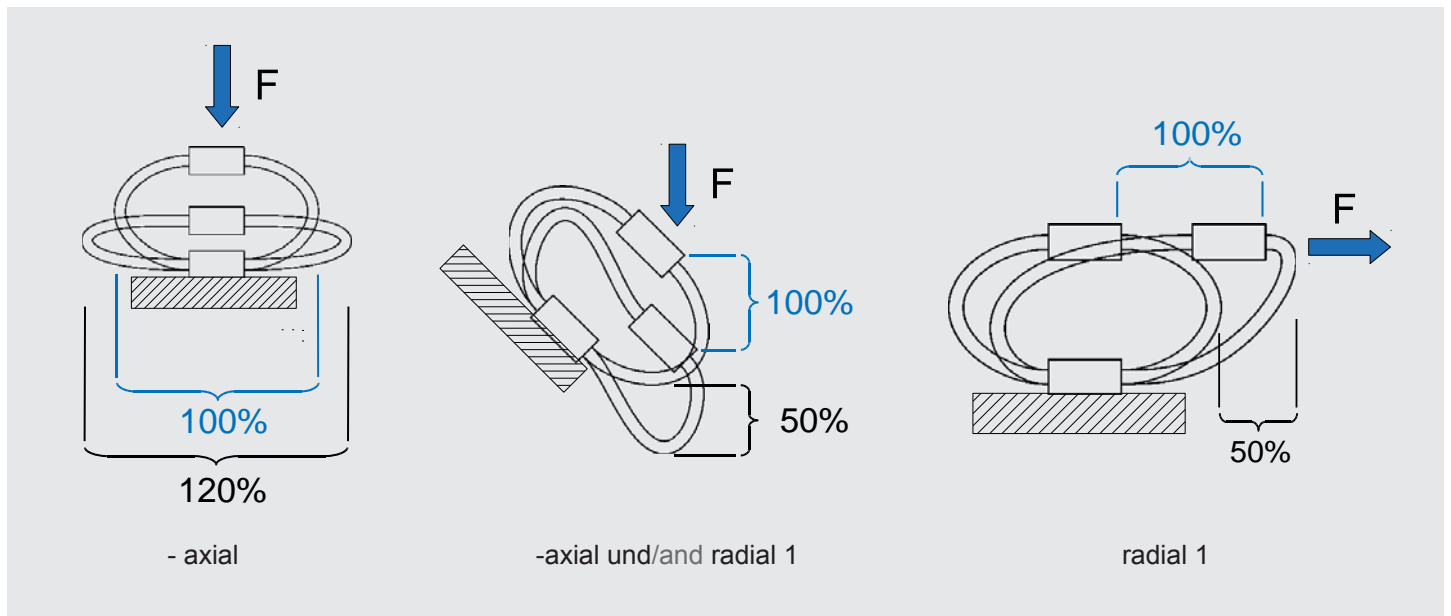
### Freier Schwingraum

Der freie Raum muss evtl. vergrößert werden, wenn Auslenkungen durch Schock, Vibration und Kippwinkel hinzukommen.

## General information

### Free sway space

Maybe free sway space must be increased if deflections caused by shock, vibration and tilt-angles come in addition.



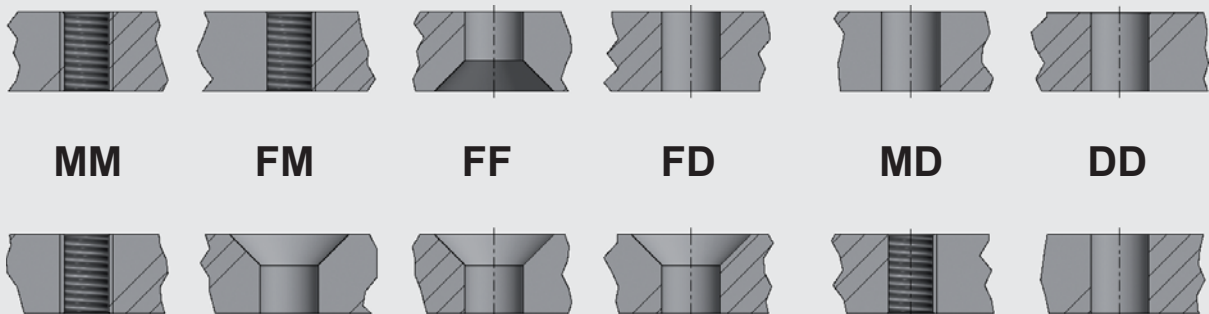
## Befestigungsvarianten

## Mounting options

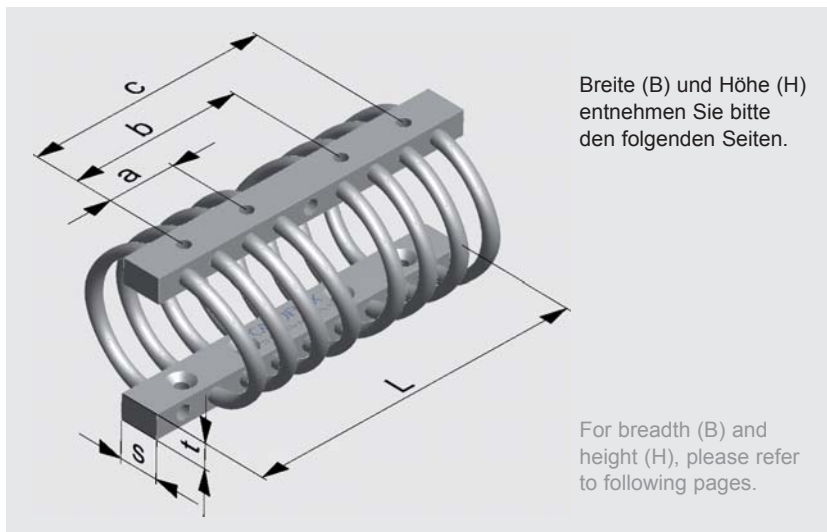
M = metrisches Gewinde / metric thread

F = Senkung / countersink

D = Bohrung / drilling

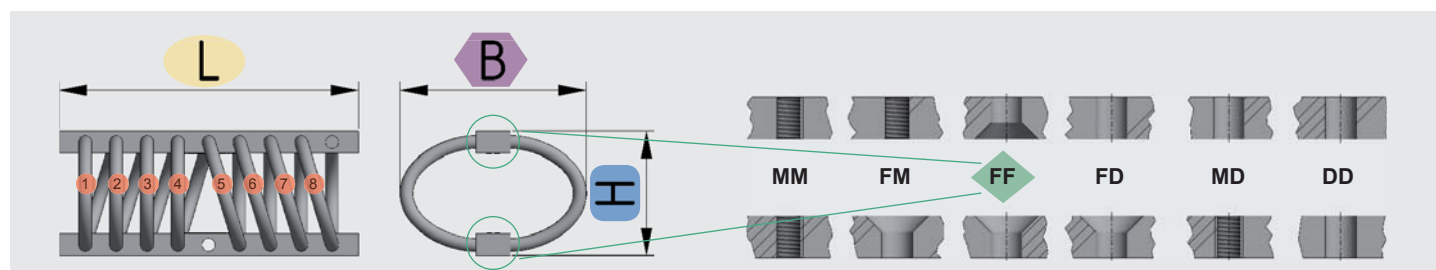


# CAVOFLEX® Baureihe H / series H



## Abmessungen / dimensions

Typ type	Senkung counter bore F	Barren / bars Gewinde counter bore M	Bohrung through hole D	Abmessungen / dimensions						Windungen loops
				L [mm]	a [mm]	b [mm]	c [mm]	s [mm]	≈ t [mm]	
H 15	DIN74-F4	M4	4,3	80	68,4	-	-	10,0	5	2 - 10
H 24	DIN74-F5	M5	5,3	112	100,2	-	-	12,5	6	2 - 10
H 30	DIN74-F6	M6	6,4	127	114,3	-	-	14,0	8	2 - 10
H 35	DIN74-F6	M6	6,4	127	114,3	-	-	14,0	8	2 - 10
H 48	DIN74-F6	M6	6,4	127	114,3	-	-	15,0	11	2 - 10
H 63	DIN74-F6	M6	6,4	146	131,0	-	-	16,0	13	2 - 8
H 95	DIN74-F8	M8	8,4	216	44,5	111,3	155,8	25,0	16	2 - 8
H 125	DIN74-F8	M8	8,4	216	44,5	111,3	155,8	25,0	20	2 - 8
H 160	DIN74-F10	M10	10,5	267	54,6	136,0	191,0	25,0	25	2 - 8
H 190	DIN74-F12	M12	13,0	320	64,0	160,0	224,0	30,0	32	2 - 8
H 220	DIN74-F14	M14* (alt / old)	15,0	410	84,0	210,0	294,0	40,0	40	2 - 8
H 220	DIN74-F12	M12	13,0	410	84,0	210,0	294,0	40,0	40	2 - 8
H 220	DIN74-F12	M12	13,0	368	76,2	190,5	266,7	40,0	40	2 - 8
H 285	DIN74-F18	M18* (alt / old)	19,0	520	108,0	270,0	378,0	50,0	52	2 - 8
H 285	DIN74-F16	M16	17,0	520	108,0	270,0	378,0	50,0	52	2 - 8



Bestellbeispiel / Order example

H95 - 216 - 110 - 135 - 8 - FF

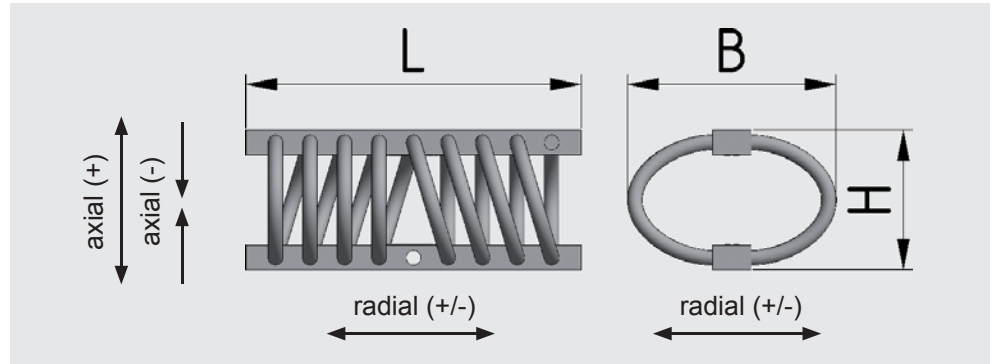
\*Wenn "alte Gewinde" verwendet werden sollen, fügen Sie bitte die Gewindegröße der Bezeichnung an.  
If "old" threads has to be used, please add the number to order example

z. B. / e.g.

H220-410-150-200-8-FF14 oder für Standard / or for standard H220-410-150-200-8-FF

# CAVOFLEX®

## Baureihe H series H

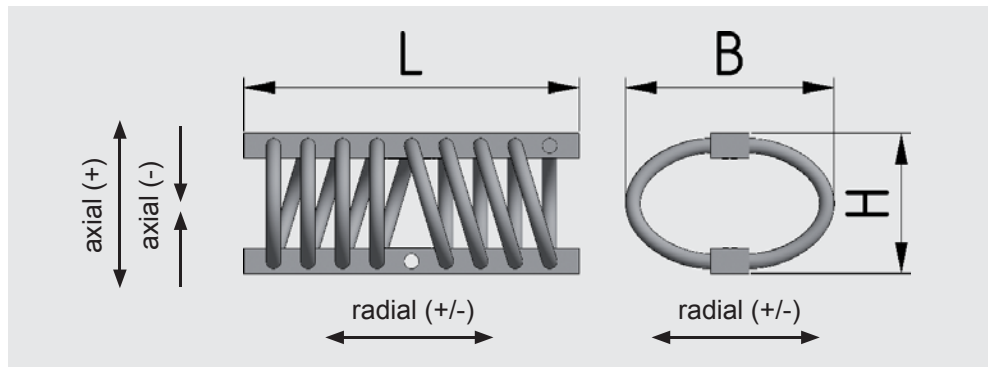


Typ type	Abmessungen dimensions			Gewicht / weight		Richtung direction	Belastungsdaten / load data					
	L [mm]	H [mm]	B [mm]	Standard standard ≈ [kg]	Edelstahl stainless steel ≈ [kg]		statisch static [mm]	bei Last von at a load of [daN] ≈ [kg]	dynamische Steifigkeit* dynamic stiffness* [N/mm]	Eigenfrequenz* natural frequency* [Hz]	maximale Federkraft maximum spring force [kN]	maximaler Federweg maximum deflection [mm]
H 15-80-18-26-10	80	18	26	0,04	0,06	axial (-)	2,0	4,2	32,0	13,9	0,094	6
						axial (+)	1,0	4,4	80,0	21,5	0,140	3
						radial (+/-)	2,0	2,2	22,0	15,9	0,114	6
H 15-80-26-34-10	80	26	34	0,04	0,06	axial (-)	5,0	3,1	8,0	8,1	0,061	14
						axial (+)	3,0	3,0	13,0	10,5	0,080	9
						radial (+/-)	5,0	1,25	4,0	9,0	0,040	12
H 24-112-21-29-10	112	21	29	0,07	0,13	axial (-)	2,0	15,0	100,0	13,0	0,360	7
						axial (+)	1,0	13,0	280,0	23,4	0,500	3
						radial (+/-)	2,0	6,0	70,0	17,2	0,360	6
H 24-112-24-31-10	112	24	31	0,08	0,14	axial (-)	3,0	22,0	90,0	10,2	0,420	10
						axial (+)	1,5	22,0	300,0	18,6	0,770	5
						radial (+/-)	3,0	6,5	45,0	13,2	0,220	8
H 24-112-33-38-10	112	33	38	0,08	0,14	axial (-)	4,0	7,5	18,0	8,3	0,190	17
						axial (+)	2,0	14,0	85,0	13,7	0,560	6
						radial (+/-)	3,0	2,3	10,0	11,0	0,080	10
H 24-112-35-42-10	112	35	42	0,08	0,14	axial (-)	5,0	7,5	25,0	9,2	0,200	20
						axial (+)	3,0	6,5	52,0	14,2	0,400	10
						radial (+/-)	3,0	1,3	8,5	12,9	0,150	18
H 30-127-33-41-10	127	33	41	0,14	0,26	axial (-)	3,0	14,0	80,0	12,0	0,400	15
						axial (+)	2,0	12,5	140,0	16,8	0,950	9
						radial (+/-)	3,0	3,4	22,0	12,8	0,250	13
H 30-127-37-44-10	127	37	44	0,14	0,26	axial (-)	5,0	12,0	50,0	10,3	0,320	19
						axial (+)	3,0	14,0	110,0	14,1	1,300	12
						radial (+/-)	5,0	4,6	18,0	10,0	0,270	20
H 30-127-50-60-10	127	50	60	0,15	0,27	axial (-)	5,0	5,0	16,0	9,0	0,189	30
						axial (+)	4,0	5,0	32,0	12,7	0,240	12
						radial (+/-)	5,0	1,5	6,0	10,1	0,150	30
H 30-127-52-68-10	127	52	68	0,16	0,28	axial (-)	6,0	4,0	12,5	8,9	0,140	32
						axial (+)	4,0	3,5	20,0	12,0	0,260	16
						radial (+/-)	5,0	1,2	4,8	10,1	0,095	30
H 35-127-40-45-10	127	40	45	0,16	0,27	axial (-)	5,0	22,0	65,0	8,7	0,600	22
						axial (+)	3,0	22,0	180,0	14,4	1,000	8
						radial (+/-)	4,0	8,0	40,0	11,3	0,350	15
H 35-127-50-60-10	127	50	60	0,17	0,28	axial (-)	5,0	8,0	28,0	9,4	0,320	30
						axial (+)	4,0	8,0	47,0	12,2	0,410	13
						radial (+/-)	5,0	3,0	11,0	9,6	0,250	28
H 35-127-59-72-10	127	59	72	0,20	0,30	axial (-)	5,0	8,0	26,0	9,9	0,230	30
						axial (+)	4,0	8,0	42,0	11,3	0,850	20
						radial (+/-)	5,0	1,0	4,0	11,7	0,160	30
H 48-127-39-44-10	127	39	44	0,22	0,33	axial (-)	2,5	55,0	258,0	10,3	2,170	15
						axial (+)	2,0	85,0	998,0	17,3	6,230	8
						radial (+/-)	3,0	20,0	124,0	12,7	1,960	17
H 48-127-43-50-10	127	43	50	0,23	0,37	axial (-)	3,0	65,0	310,0	11,0	1,850	19
						axial (+)	2,0	65,0	660,0	16,0	3,150	8
						radial (+/-)	4,0	14,0	75,0	11,6	1,350	18
H 48-127-43-55-10	127	43	55	0,24	0,38	axial (-)	5,0	50,0	165,0	9,1	1,240	19
						axial (+)	3,0	45,0	320,0	13,4	3,200	12
						radial (+/-)	5,0	12,5	54,0	10,5	1,600	24
H 48-127-55-65-10	127	55	65	0,25	0,39	axial (-)	5,0	35,0	114,0	9,1	1,220	31
						axial (+)	3,0	30,0	200,0	13,0	1,860	13
						radial (+/-)	5,0	8,0	33,0	10,2	0,830	27
H 48-127-65-75-10	127	65	75	0,28	0,42	axial (-)	5,0	20,0	70,0	9,4	0,960	41
						axial (+)	3,5	20,0	110,0	11,8	2,120	20
						radial (+/-)	5,0	4,0	18,0	10,7	0,650	40
H 48-127-80-110-10	127	80	110	0,40	0,50	axial (-)	6,0	8,0	25,0	8,9	0,470	56
						axial (+)	4,0	7,0	28,0	10,1	0,940	33
						radial (+/-)	6,0	3,0	8,0	8,2	0,250	48
H 48-127-95-125-10	127	95	125	0,50	0,60	axial (-)	8,0	5,0	12,0	9,1	0,250	71
						axial (+)	7,0	5,5	18,0	10,3	0,580	40
						radial (+/-)	4,0	1,0	4,0	8,8	0,150	65

\* Bei Anregungsamplitude von ca. 1,5 mm. / at excitation amplitude of 1,5 mm.

# CAVOFLEX®

## Baureihe H series H



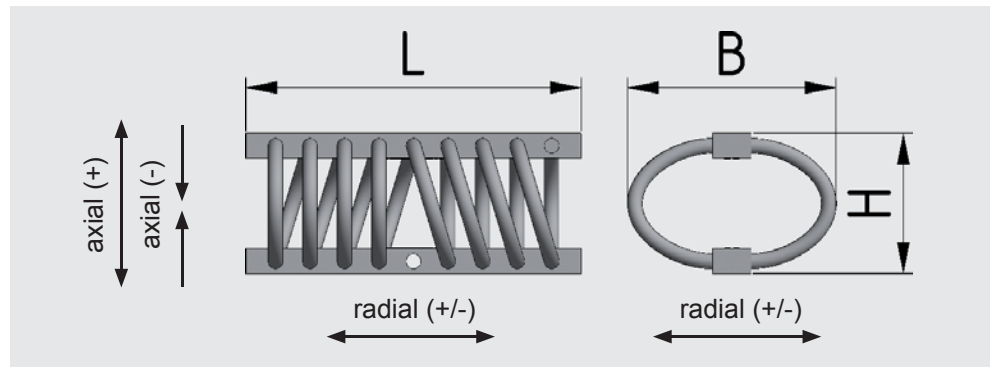
Typ type	Abmessungen dimensions			Gewicht / weight		Richtung direction	Belastungsdaten / load data					
	L [mm]	H [mm]	B [mm]	Standard standard ≈ [kg]	Edelstahl stainless steel ≈ [kg]		Einfederung / deflection static [mm]	bei Last von at a load of [daN] ≈ [kg]		dynamische Steifigkeit* dynamic stiffness* [N/mm]	Eigenfrequenz* natural frequency* [Hz]	maximale Federkraft maximum spring force [kN]
H 63-146-54-64-8	146	54	64	0,37	0,60	axial (-)	5,0	95,0	315,0	9,2	2,220	26
						axial (+)	4,0	91,0	500,0	11,8	4,860	15
						radial (+/-)	5,0	30,0	112,0	9,7	1,200	18
H 63-146-60-72-8	146	60	72	0,41	0,60	axial (-)	5,5	60,0	180,0	8,7	1,960	32
						axial (+)	4,0	60,0	340,0	12,0	3,230	15
						radial (+/-)	5,0	16,0	65,0	10,1	2,000	34
H 63-146-64-81-8	146	64	81	0,44	0,70	axial (-)	7,0	44,0	125,0	8,5	1,480	36
						axial (+)	6,0	42,0	160,0	9,8	4,600	25
						radial (+/-)	6,0	10,0	32,0	9,0	1,060	38
H 63-146-80-92-8	146	80	92	0,61	0,80	axial (-)	8,0	30,0	72,0	7,8	1,130	54
						axial (+)	6,0	29,0	105,0	9,6	3,450	28
						radial (+/-)	8,0	11,0	27,0	7,9	0,930	45
H 63-146-82-108-8	146	82	108	0,64	0,90	axial (-)	8,0	24,0	56,0	7,7	1,040	56
						axial (+)	6,5	24,0	70,0	8,6	1,720	28
						radial (+/-)	8,0	10,0	25,0	8,0	0,600	45
H 63-146-90-102-8	146	90	102	0,56	0,90	axial (-)	10,0	30,0	57,0	6,9	1,100	62
						axial (+)	8,5	30,0	76,0	8,0	3,300	33
						radial (+/-)	10,0	8,0	16,0	7,1	0,560	48
H 63-146-95-125-8	146	95	125	0,64	0,90	axial (-)	10,0	14,0	29,0	7,2	0,650	67
						axial (+)	9,5	14,0	32,0	7,6	1,700	45
						radial (+/-)	10,0	6,0	12,0	7,1	0,500	60
H 63-146-95-135-8	146	95	135	0,65	0,90	axial (-)	10,0	12,0	25,0	7,3	0,520	67
						axial (+)	10,0	12,0	30,0	8,0	1,800	50
						radial (+/-)	10,0	5,0	11,0	7,5	0,380	60
H 63-146-110-135-8	146	110	135	0,65	0,90	axial (-)	13,0	18,0	20,0	6,0	0,600	82
						axial (+)	13,0	18,0	25,0	6,5	1,500	50
						radial (+/-)	10,0	4,0	7,0	6,0	0,300	65
H 63-146-135-175-8	146	135	175	0,83	1,10	axial (-)	15,0	8,0	12,0	6,2	0,400	100
						axial (+)	15,0	8,0	12,0	6,2	1,200	65
						radial (+/-)	12,0	2,0	3,5	6,7	0,220	86
H 95-216-74-90-8	216	74	90	1,04	1,70	axial (-)	8,0	130,0	280,0	7,4	5,300	39
						axial (+)	6,0	130,0	530,0	10,2	15,500	24
						radial (+/-)	7,0	45,0	130,0	8,6	3,300	33
H 95-216-89-108-8	216	89	108	1,10	1,80	axial (-)	10,0	110,0	220,0	7,1	3,100	54
						axial (+)	8,0	110,0	325,0	8,7	13,000	32
						radial (+/-)	7,0	30,0	75,0	8,0	3,400	48
H 95-216-90-125-8	216	90	125	1,22	1,90	axial (-)	10,0	70,0	130,0	6,9	2,700	55
						axial (+)	9,0	70,0	175,0	8,0	9,500	44
						radial (+/-)	8,0	22,0	52,0	7,7	2,000	50
H 95-216-90-150-H	216	90	150	1,30	2,00	axial (-)	11,0	56,0	102,0	6,8	1,700	55
						axial (+)	10,0	46,0	86,0	7,3	5,500	55
						radial (+/-)	10,0	19,0	35,0	6,8	1,400	60
H 95-216-100-115-8	216	100	115	1,32	2,00	axial (-)	10,0	110,0	170,0	6,3	3,200	65
						axial (+)	6,5	110,0	375,0	9,3	7,500	27
						radial (+/-)	10,0	35,0	65,0	6,9	2,600	50
H 95-216-110-135-8	216	110	135	1,36	2,00	axial (-)	12,0	55,0	80,0	6,1	2,000	75
						axial (+)	7,0	55,0	150,0	8,3	8,000	45
						radial (+/-)	10,0	22,0	38,0	6,6	1,500	60
H 95-216-110-155-8	216	110	155	1,42	2,10	axial (-)	12,0	43,0	70,0	6,4	1,600	75
						axial (+)	11,0	43,0	83,0	7,0	3,700	48
						radial (+/-)	10,0	14,0	27,0	7,0	0,900	60
H 95-216-125-155-8	216	125	155	1,50	2,20	axial (-)	12,0	40,0	62,0	6,8	1,860	90
						axial (+)	11,0	41,0	78,0	6,9	5,600	50
						radial (+/-)	10,0	11,0	20,0	6,7	0,620	90
H 95-216-135-185-8	216	135	185	1,60	2,30	axial (-)	15,0	30	35,0	5,4	1,280	100
						axial (+)	14,0	30	46,0	6,2	1,940	55
						radial (+/-)	15,0	13	16,0	5,6	0,950	90
H 125-216-75-92-8	216	75	92	1,65	2,40	axial (-)	6,0	350	890,0	8,0	15,500	32
						axial (+)	3,5	340	2300,0	13,1	17,000	11
						radial (+/-)	5,0	140	550,0	10,0	9,600	30

\* Bei Anregungsamplitude von ca. 1,5 mm. / at excitation amplitude of 1,5 mm.



# CAVOFLEX®

## Baureihe H series H

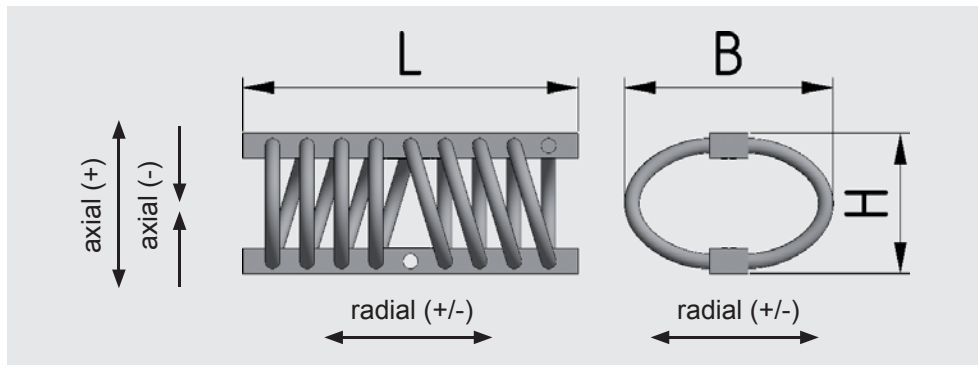


Typ type	Abmessungen dimensions			Gewicht / weight		Richtung direction	Belastungsdaten / load data					
	L [mm]	H [mm]	B [mm]	Standard standard ≈ [kg]	Edelstahl stainless steel ≈ [kg]		Einfederung / deflection statisch static [mm]	bei Last von at a load of [daN] ≈ [kg]	dynamische Steifigkeit* dynamic stiffness* [N/mm]	Eigenfrequenz* natural frequency* [Hz]	maximale Federkraft maximum spring force [kN]	maximaler Federweg maximum deflection [mm]
H 125-216-90-107-8	216	90	107	1,90	2,60	axial (-)	8,0	240,0	490,0	7,2	9,000	47
						axial (+)	5,5	240,0	1000,0	10,3	16,000	19
						radial (+/-)	8,0	60,0	150,0	8,0	6,300	43
H 125-216-95-120-8	216	95	120	2,00	2,70	axial (-)	9,0	155,0	300,0	7,0	7,970	52
						axial (+)	7,0	174,0	600,0	9,4	13,100	26
						radial (+/-)	9,0	34,0	90,0	8,4	6,570	55
H 125-216-100-130-8	216	100	130	2,00	2,70	axial (-)	10,0	200,0	380,0	6,9	7,800	57
						axial (+)	9,0	200,0	480,0	7,8	14,500	36
						radial (+/-)	8,0	70,0	175,0	8,0	4,700	50
H 125-216-100-140-8	216	100	140	2,10	2,80	axial (-)	10,0	170,0	330,0	7,0	7,000	57
						axial (+)	9,5	170,0	350,0	7,2	14,600	43
						radial (+/-)	10,0	70,0	140,0	7,1	4,500	57
H 125-216-110-150-8	216	110	150	2,38	3,10	axial (-)	12,0	150,0	226,0	6,2	5,500	67
						axial (+)	12,0	140,0	240,0	6,6	16,500	50
						radial (+/-)	10,0	50,0	100,0	7,1	3,800	65
H 125-216-110-175-8	216	110	175	2,60	3,30	axial (-)	12,0	100,0	160,0	6,4	3,740	67
						axial (+)	11,0	100,0	200,0	7,1	7,200	55
						radial (+/-)	10,0	39,0	68,0	6,6	2,600	65
H 125-216-120-155-8	216	120	155	2,50	3,80	axial (-)	12,0	150,0	200,0	5,8	5,300	77
						axial (+)	12,0	150,0	230,0	6,2	16,000	50
						radial (+/-)	10,0	48,0	80,0	7,1	3,500	70
H 125-216-135-160-8	216	135	160	2,70	4,20	axial (-)	13,0	120,0	150,0	5,6	4,500	92
						axial (+)	12,0	120,0	190,0	6,3	12,000	50
						radial (+/-)	13,0	30,0	50,0	6,5	2,000	70
H 125-216-140-190-8	216	140	190	3,10	4,60	axial (-)	16,0	90,0	110,0	5,6	3,500	97
						axial (+)	14,0	90,0	135,0	6,2	8,200	65
						radial (+/-)	10,0	22,0	42,0	7,0	1,500	66
H 125-216-150-210-8	216	150	210	3,20	4,70	axial (-)	16,0	57,0	70,0	5,6	2,600	100
						axial (+)	14,0	55,0	80,0	6,1	4,100	70
						radial (+/-)	12,0	21,0	34,0	6,4	1,200	70
H 125-216-215-250-8	216	215	250	3,30	4,80	axial (-)	16,0	27,0	34,0	5,7	1,600	150
						axial (+)	14,0	27,0	42,0	6,3	6,300	90
						radial (+/-)	12,0	5,0	8,0	5,6	0,940	120
H 160-267-100-125-8	267	100	125	3,20	4,70	axial (-)	7,0	430,0	1050,0	7,9	17,400	47
						axial (+)	5,5	430,0	1700,0	10,0	22,000	22
						radial (+/-)	10,0	240,0	450,0	6,9	9,420	40
H 160-267-110-135-8	267	120	135	3,55	5,00	axial (-)	10,0	460,0	900,0	7,0	18,600	57
						axial (+)	7,0	460,0	1500,0	9,1	39,000	35
						radial (+/-)	10,0	150,0	300,0	7,1	11,800	55
H 160-267-120-145-8	267	120	145	3,70	5,00	axial (-)	10,0	310,0	570,0	6,8	13,700	67
						axial (+)	8,5	300,0	740,0	7,9	25,000	40
						radial (+/-)	10,0	120,0	220,0	6,8	9,200	65
H 160-267-120-157-8	267	120	157	3,80	5,20	axial (-)	10,0	274,0	450,0	6,5	11,500	67
						axial (+)	8,5	288,0	708,0	7,9	18,800	43
						radial (+/-)	10,0	77,0	160,0	7,3	9,300	70
H 160-267-125-155-8	267	125	155	3,80	5,20	axial (-)	11,0	321,0	504,0	6,6	13,200	72
						axial (+)	9,0	306,0	534,0	7,2	27,500	43
						radial (+/-)	11,0	85,0	174,0	6,8	8,200	75
H 160-267-128-178-8	267	128	178	3,90	5,50	axial (-)	14,0	250,0	330,0	6,6	8,300	72
						axial (+)	12,0	220,0	340,0	7,1	24,100	60
						radial (+/-)	11,0	81,0	132,0	6,7	4,800	70
H 160-267-135-175-8	267	135	175	3,95	5,60	axial (-)	15,0	250,0	315,0	5,6	8,500	82
						axial (+)	13,0	250,0	380,0	6,2	19,000	53
						radial (+/-)	10,0	70,0	125,0	6,7	5,400	65
H 160-267-145-190-8	267	145	190	4,62	7,90	axial (-)	15,0	200,0	250,0	5,6	8,000	92
						axial (+)	14,0	200,0	320,0	6,4	17,000	60
						radial (+/-)	12,0	57,0	100,0	6,7	3,300	65
H 160-267-150-170-8	267	150	170	3,95	7,50	axial (-)	15,0	260,0	310,0	5,5	9,500	97
						axial (+)	10,0	260,0	600,0	7,6	28,000	50
						radial (+/-)	12,0	60,0	120,0	7,1	5,000	65

\* Bei Anregungsamplitude von ca. 1,5 mm. / at excitation amplitude of 1,5 mm.

# CAVOFLEX®

## Baureihe H series H



Typ type	Abmessungen dimensions			Gewicht / weight		Richtung direction	Belastungsdaten / load data					
	L [mm]	H [mm]	B [mm]	Standard standard ≈ [kg]	Edelstahl stainless steel ≈ [kg]		statisch static [mm]	bei Last von at a load of [daN] ≈ [kg]	dynamische Steifigkeit* dynamic stiffness* [N/mm]	Eigenfrequenz* natural frequency* [Hz]	maximale Federkraft maximum spring force [kN]	maximaler Federweg maximum deflection [mm]
H 160-267-160-210-8	267	160	210	4,80	8,10	axial (-)	15,0	183,0	220,0	6,4	6,500	107
						axial (+)	11,0	172,0	304,0	7,0	12,600	55
						radial (+/-)	12,0	37,0	60,0	7,0	3,700	100
H 160-267-180-225-8	267	180	225	5,10	8,40	axial (-)	15,0	131,0	170,0	6,8	5,400	127
						axial (+)	11,0	106,0	186,0	7,0	14,500	80
						radial (+/-)	12,0	35,0	56,0	6,9	1,800	130
H 160-267-230-275-8	267	230	275	5,60	9,00	axial (-)	16,0	56,0	66,0	6,6	3,100	177
						axial (+)	12,0	57,0	98,0	7,5	7,500	90
						radial (+/-)	13,0	15,0	24,0	7,2	2,400	140
H 190-320-121-125-8	320	121	125	5,49	8,40	axial (-)	14,0	640,0	725,0	6,0	20,100	54
						axial (+)	12,0	710,0	1110,0	7,8	38,200	35
						radial (+/-)	11,0	245,0	345,0	6,0	12,200	55
H 190-320-132-167-8	320	132	167	5,92	8,90	axial (-)	14,0	560,0	615,0	6,5	19,300	65
						axial (+)	11,0	670,0	1100,0	7,2	37,900	46
						radial (+/-)	11,0	195,0	280,0	6,8	11,400	66
H 190-320-140-180-8	320	140	180	6,39	14,50	axial (-)	14,0	430,0	505,0	6,6	15,700	73
						axial (+)	12,0	560,0	780,0	6,9	33,000	57
						radial (+/-)	12,0	165,0	205,0	6,5	9,700	75
H 190-320-150-200-8	320	150	200	6,91	15,10	axial (-)	14,0	325,0	380,0	6,7	13,500	83
						axial (+)	12,0	420,0	545,0	6,7	29,000	64
						radial (+/-)	12,0	140,0	160,0	6,1	8,800	85
H 220-410-150-185-8	410	150	185	10,00	29,00	axial (-)	10,0	750,0	1350,0	6,8	34,000	65
						axial (+)	9,0	750,0	1700,0	7,6	89,000	46
						radial (+/-)	10,0	260,0	505,0	7,0	16,100	60
H 220-410-150-200-8	410	150	200	10,60	32,00	axial (-)	10,0	650,0	1170,0	6,8	25,500	65
						axial (+)	9,0	650,0	1500,0	7,6	88,200	58
						radial (+/-)	10,0	210,0	400,0	6,9	25,000	75
H 220-410-160-215-8	410	160	215	10,80	32,00	axial (-)	11,0	481,0	814,0	6,8	21,000	75
						axial (+)	10,0	430,0	820,0	7,5	40,000	56
						radial (+/-)	10,0	140,0	280,0	7,1	13,700	80
H 220-410-245-260-8	410	245	260	11,40	33,00	axial (-)	16,0	230,0	284,0	7,0	15,100	160
						axial (+)	12,0	190,0	332,0	7,3	44,200	80
						radial (+/-)	13,0	92,0	136,0	6,9	9,300	120
H 220-410-260-290-8	410	260	290	11,90	34,00	axial (-)	15,0	230,0	292,0	6,7	14,000	175
						axial (+)	13,0	260,0	420,0	7,3	38,800	82
						radial (+/-)	14,0	42,0	60,0	7,1	8,000	160
H 285-520-175-235-8	520	175	235	20,00	30,40	axial (-)	10,0	1100,0	1800,0	6,4	42,000	66
						axial (+)	8,0	1100,0	2800,0	8,0	95,000	45
						radial (+/-)	10,0	450,0	900,0	7,1	22,000	55
H 285-520-200-285-8	520	200	285	23,00	32,70	axial (-)	12,0	740,0	1150,0	6,3	35,000	91
						axial (+)	11,0	740,0	1400,0	6,9	78,000	80
						radial (+/-)	10,0	280,0	540,0	7,0	17,000	70
H 285-520-265-315-8	520	265	315	24,00	34,00	axial (-)	14,0	618,0	868,0	7,0	34,300	156
						axial (+)	12,0	520,0	842,0	7,3	76,000	87
						radial (+/-)	12,0	116,0	194,0	7,0	23,300	140

\* Bei Anregungsamplitude von ca. 1,5 mm. / at excitation amplitude of 1,5 mm.

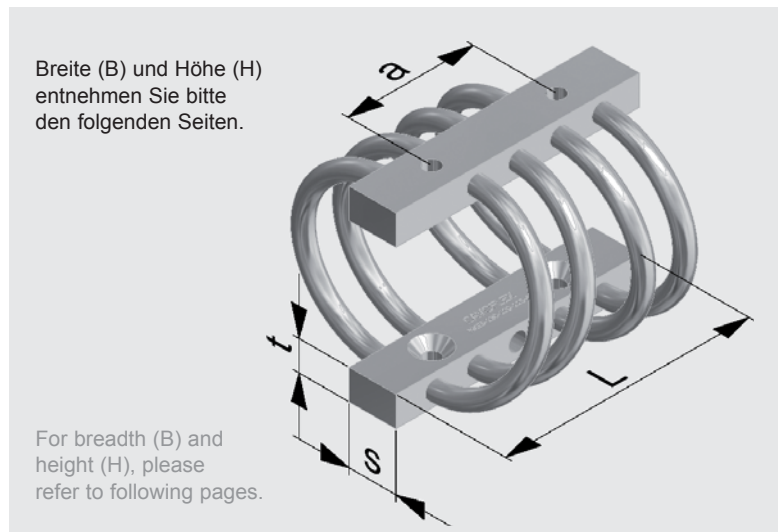
Weitere Ausführungen für z. B. größere Lasten sind möglich.  
Bitte sprechen Sie uns an.

Datenblätter, Federkurven und Energiediagramme stellen wir Ihnen  
gerne zur Verfügung.

Further designs for e.g. higher loads are possible. Please contact  
us.

We are happy to provide you with data sheets, spring curves  
and energy diagrams.

# CAVOFLEX® Baureihe HK / series HK



## Abmessungen / dimensions

Typ type	Senkung counter bore F	Barren / bars Gewinde counter bore M	Bohrung through hole D	Abmessungen / dimensions				Windungen loops
				L [mm]	a [mm]	s [mm]	≈ t [mm]	
HK 63	DIN74-F6	M6	6,4	90	7,5	16	13	2 - 4
HK 95	DIN74-F6	M8	8,4	130	66,8	25	16	2 - 4
HK 125	DIN74-F8	M8	8,4	130	66,8	25	20	2 - 4

Bitte beachten Sie die Hinweise zu nutzbaren Schraubenlängen auf Seite 12.

Please note the hints for usable screw length on page 12.

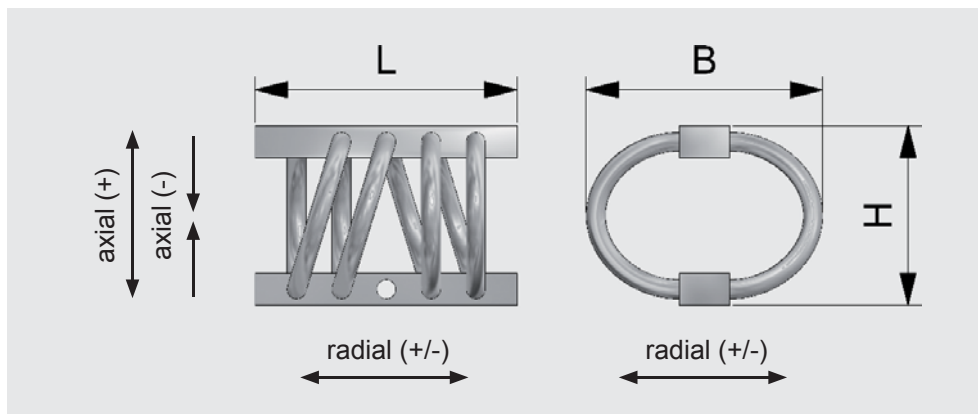
Bestellbeispiel / order example

HK95 - 130 - 89 - 108 - 4 - FF



# CAVOFLEX®

## Baureihe HK series HK

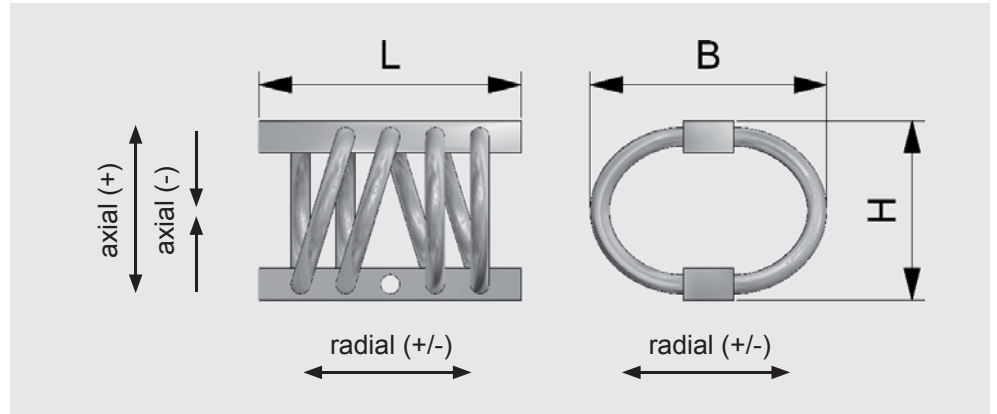


Typ type	Abmessungen dimensions			Gewicht / weight		Richtung direction	Belastungsdaten / load data					
	L [mm]	H [mm]	B [mm]	Standard standard ≈ [kg]	Edelstahl stainless steel ≈ [kg]		Einfederung / deflection		dynamische Steifigkeit* dynamic stiffness* [N/mm]	Eigenfrequenz* natural frequency* [Hz]	maximale Federkraft maximum spring force [kN]	maximaler Federweg maximum deflection [mm]
							statisch static [mm]	bei Last von at a load of [daN] ≈ [kg]				
HK 63-90-54-64-4	90	54	64	0,2	0,4	axial (-)	5,0	48,0	157,0	9,2	1,11	26
						axial (+)	4,0	46,0	250,0	11,8	2,43	15
						radial (+/-)	5,0	15,0	56,0	9,7	0,60	8
HK 63-90-60-72-4	90	60	72	0,3	0,4	axial (-)	5,5	30,0	90,0	8,7	0,98	32
						axial (+)	4,0	30,0	170,0	12,0	1,61	15
						radial (+/-)	5,0	8,0	32,0	10,1	1,00	34
HK 63-90-64-81-4	90	64	81	0,3	0,4	axial (-)	7,0	22,0	62,0	8,5	0,74	36
						axial (+)	6,0	21,0	80,0	9,8	2,30	25
						radial (+/-)	6,0	5,0	16,0	9,0	0,50	38
HK 63-90-80-92-4	90	80	92	0,4	0,5	axial (-)	8,0	15,0	36,0	7,8	0,56	54
						axial (+)	6,0	15,0	52,0	9,6	1,72	28
						radial (+/-)	8,0	6,0	13,0	7,9	0,46	45
HK 63-90-82-108-4	90	82	108	0,4	0,5	axial (-)	8,0	12,0	28,0	7,7	0,52	56
						axial (+)	6,5	12,0	35,0	8,6	0,86	28
						radial (+/-)	8,0	5,0	12,0	8,0	0,30	45
HK 63-90-90-102-4	90	90	102	0,4	0,5	axial (-)	10,0	15,0	28,0	6,9	0,55	62
						axial (+)	8,5	15,0	38,0	8,0	1,65	33
						radial (+/-)	10,0	4,0	8,0	7,1	0,28	48
HK 63-90-95-125-4	90	95	125	0,4	0,5	axial (-)	10,0	7,0	15,0	7,2	0,32	67
						axial (+)	9,5	7,0	16,0	7,6	0,85	45
						radial (+/-)	10,0	3,0	6,0	7,1	0,25	60
HK 63-90-95-135-4	90	95	135	0,4	0,5	axial (-)	10,0	6,0	12,0	7,3	0,26	67
						axial (+)	10,0	6,0	15,0	8,0	0,90	50
						radial (+/-)	10,0	3,0	5,0	7,5	0,19	60
HK 63-90-110-135-4	90	110	135	0,4	0,5	axial (-)	13,0	9,0	10,0	6,0	0,30	82
						axial (+)	13,0	9,0	12,5	6,5	0,75	50
						radial (+/-)	10,0	2,0	7,0	6,0	0,15	65
HK 63-90-135-175-4	90	135	175	0,5	0,7	axial (-)	15,0	4,0	6,0	6,2	0,20	100
						axial (+)	15,0	4,0	6,0	6,2	0,60	65
						radial (+/-)	12,0	1,0	1,7	6,7	0,11	86
HK 95-130-74-90-4	130	74	90	0,6	1,0	axial (-)	8,0	65,0	140,0	7,4	2,65	39
						axial (+)	6,0	65,0	265,0	10,2	7,75	24
						radial (+/-)	7,0	22,5	65,0	8,6	1,65	33
HK 95-130-89-108-4	130	89	108	0,7	1,1	axial (-)	10,0	55,0	110,0	7,1	1,55	54
						axial (+)	8,0	55,0	162,5	8,7	6,50	32
						radial (+/-)	7,0	15,0	37,5	8,0	1,70	48
HK 95-130-90-125-4	130	90	125	0,7	1,1	axial (-)	10,0	35,0	65,0	6,9	1,35	55
						axial (+)	9,0	35,0	87,5	8,0	4,75	44
						radial (+/-)	8,0	11,0	26,0	7,7	1,00	50
HK 95-130-90-150-4	130	90	150	0,8	1,2	axial (-)	11,0	28,0	51,0	6,8	0,90	55
						axial (+)	10,0	23,0	48,0	7,3	2,80	55
						radial (+/-)	10,0	9,5	17,5	6,8	0,70	60
HK 95-130-100-115-4	130	100	115	0,8	1,2	axial (-)	10,0	55,0	85,0	6,3	1,60	65
						axial (+)	6,5	55,0	187,5	9,3	3,75	27
						radial (+/-)	10,0	17,5	32,5	6,9	1,30	50
HK 95-130-110-135-4	130	110	135	0,8	1,2	axial (-)	12,0	27,5	40,0	6,1	1,15	75
						axial (+)	7,0	27,5	75,0	8,3	4,00	45
						radial (+/-)	10,0	11,0	19,0	6,6	0,75	65
HK 95-130-110-155-4	130	110	155	0,9	1,3	axial (-)	12,0	21,5	35,0	6,4	0,80	75
						axial (+)	11,0	21,5	41,5	7,0	1,85	48
						radial (+/-)	10,0	7,0	13,5	7,0	0,45	68
HK 95-130-125-155-4	130	125	155	0,9	1,3	axial (-)	12,0	20,0	31,0	6,8	0,93	90
						axial (+)	11,0	20,5	39,0	6,9	2,80	50
						radial (+/-)	10,0	5,5	10,0	6,7	0,31	90
HK 95-130-135-185-4	130	135	185	1,0	1,4	axial (-)	15,0	15,0	17,5	5,4	0,64	100
						axial (+)	14,0	15,0	23,0	6,2	0,97	55
						radial (+/-)	15,0	6,5	8,0	5,6	0,48	90

\* Bei Anregungsamplitude von ca. 1,5 mm. / at excitation amplitude of 1,5 mm.

# CAVOFLEX®

## Baureihe HK series HK



Typ type	Abmessungen dimensions			Gewicht / weight		Richtung direction	Belastungsdaten / load data					
	L [mm]	H [mm]	B [mm]	Standard standard ≈ [kg]	Edelstahl stainless steel ≈ [kg]		Einfederung / deflection		dynamische Steifigkeit* dynamic stiffness* [N/mm]	Eigenfrequenz* natural frequency* [Hz]	maximale Federkraft maximum spring force [kN]	maximaler Federweg maximum deflection [mm]
							statisch static [mm]	bei Last von at a load of [daN] ≈ [kg]				
HK 125-130-75-92-4	130	75	92	1,0	1,4	axial (-)	6,0	175,0	445,0	6,8	8,00	32
						axial (+)	3,5	170,0	1150,0	6,9	8,50	11
						radial (+/-)	5,0	70,0	275,0	6,7	4,80	30
HK 125-130-90-107-4	130	90	170	1,1	1,6	axial (-)	8,0	120,0	245,0	6,8	4,50	47
						axial (+)	5,5	120,0	500,0	6,9	8,00	19
						radial (+/-)	8,0	30,0	75,0	6,7	3,15	43
HK 125-130-95-120-4	130	95	120	1,2	1,6	axial (-)	9,0	77,0	150,0	7,0	3,90	55
						axial (+)	7,0	87,0	300,0	9,4	6,60	26
						radial (+/-)	9,0	17,0	46,0	8,3	3,30	55
HK 125-130-100-130-4	130	100	130	1,2	1,6	axial (-)	10,0	100,0	190,0	6,9	3,90	57
						axial (+)	9,0	100,0	240,0	7,8	7,20	36
						radial (+/-)	8,0	35,0	88,0	8,0	2,40	50
HK 125-130-100-140-4	130	100	140	1,3	1,7	axial (-)	10,0	85,0	165,0	7,0	3,50	57
						axial (+)	9,5	85,0	175,0	7,2	7,30	43
						radial (+/-)	10,0	35,0	70,0	7,1	2,25	57
HK 125-130-110-150-4	130	110	150	1,4	1,9	axial (-)	12,0	75,0	113,0	6,2	2,75	67
						axial (+)	12,0	70,0	120,0	6,6	8,25	50
						radial (+/-)	10,0	25,0	50,0	7,1	1,90	65
HK 125-130-110-175-4	130	110	175	1,6	2,0	axial (-)	12,0	50,0	80,0	6,4	1,87	67
						axial (+)	11,0	50,0	100,0	7,1	3,60	55
						radial (+/-)	10,0	19,0	34,0	6,6	1,30	65
HK 125-130-120-155-4	130	120	165	1,5	2,3	axial (-)	12,0	75,0	100,0	5,8	2,65	77
						axial (+)	12,0	75,0	115,0	6,2	8,00	50
						radial (+/-)	10,0	24,0	40,0	7,1	1,75	70
HK 125-130-135-160-4	130	135	160	1,6	2,5	axial (-)	13,0	60,0	75,0	5,6	2,25	92
						axial (+)	12,0	60,0	95,0	6,3	6,00	50
						radial (+/-)	13,0	15,0	25,0	6,5	1,00	70
HK 125-130-140-190-4	130	140	190	1,9	2,8	axial (-)	16,0	45,0	55,0	5,6	1,75	97
						axial (+)	14,0	45,0	68,0	6,2	4,10	65
						radial (+/-)	10,0	11,0	21,0	7,0	0,75	70
HK 125-130-150-210-4	130	150	210	1,8	2,8	axial (-)	16,0	29,0	35,0	5,6	1,30	100
						axial (+)	14,0	28,0	40,0	6,1	2,10	70
						radial (+/-)	12,0	12,0	17,0	6,4	0,60	70
HK 125-130-215-250-4	130	215	250	2,0	2,9	axial (-)	16,0	14,0	17,0	5,7	0,80	150
						axial (+)	14,0	14,0	21,0	6,3	3,20	90
						radial (+/-)	12,0	3,0	4,0	5,6	0,47	120

\* Bei Anregungsamplitude von ca. 1,5 mm. / at excitation amplitude of 1,5 mm.

Weitere Ausführungen für z. B. größere Lasten sind möglich.  
Bitte sprechen Sie uns an.

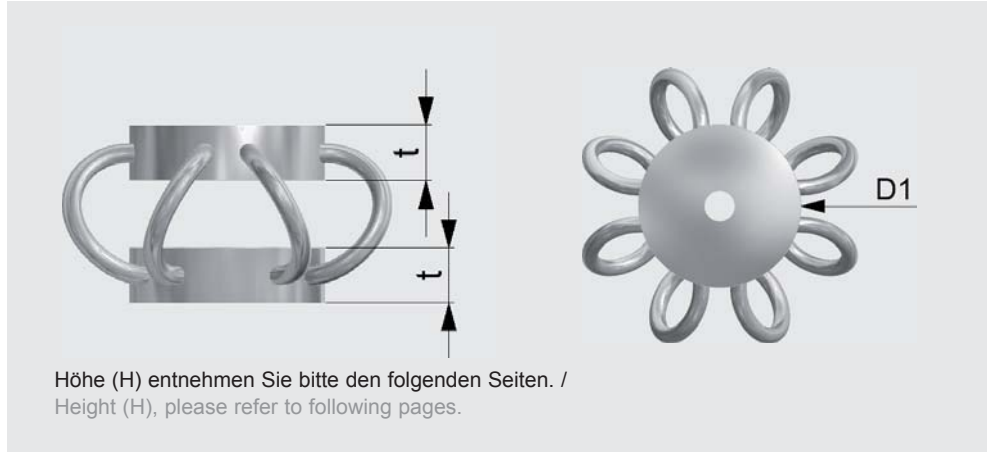
Datenblätter, Federkurven und Energiediagramme stellen wir Ihnen  
gerne zur Verfügung.

Further designs for e.g. higher loads are possible. Please contact  
us.

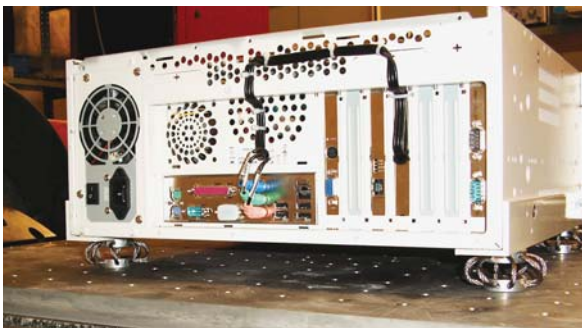
We are happy to provide you with data sheets, spring curves  
and energy diagrams.



# CAVOFLEX® Baureihe RX / series RX



Höhe (H) entnehmen Sie bitte den folgenden Seiten. /  
Height (H), please refer to following pages.



## Abmessungen / dimensions

Typ Type	Abmessungen dimensions		Windungen (geklammer) loops (stapled)
	D1 [mm]	≈ t [mm]	
RX 30	30	8	8
RX 35	35	10	8
RX 48	48	12	8
RX 63	63	15	8

## Barren / retaining bars

Typ Type	Senkung countersink F	Gewinde thread M	Bohrung through hole D [mm]
RX 30	DIN 74-F6	M6	7
RX 35	DIN 74-F6	M6	7
RX 48	DIN 74-F8	M8	9
RX 63	DIN 74-F10	M10	11

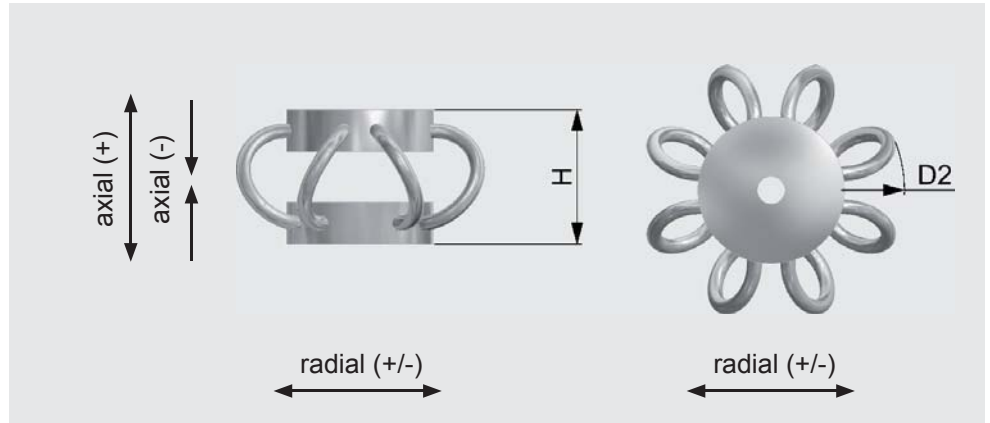


Bestellbeispiel / order example

RX35 - 39 - 71 - 8 - MM

# CAVOFLEX®

## Baureihe RX series RX



Typ Type	Abmessungen dimensions		Gewicht weight ≈ [g]	Richtung direction	Belastungsdaten / load data		maximale Federkraft maximum spring force [N]	maximaler Federweg maximum deflection [mm]
	H [mm]	D2 [mm]			Einfederung / deflection	bei Last von at a load of [daN] ≈ [kg]		
					statisch static [mm]			
RX 30-26-52-8	26	52	40	axial (-)	3	7,50	140	8
				axial (+)	2	10,00	250	4
				radial (+/-)	3	2,10	53	8
RX 30-31-60-8	31	60	42	axial (-)	3	4,00	100	13
				axial (+)	2	3,00	170	8
				radial (+/-)	3	1,00	53	14
RX 30-39-71-8	39	71	45	axial (-)	5	2,60	63	21
				axial (+)	4	1,90	110	14
				radial (+/-)	5	0,63	33	21
RX 30-51-89-8	51	89	50	axial (-)	6	1,40	35	33
				axial (+)	6	1,30	72	21
				radial (+/-)	6	0,52	20	30
RX 35-32-60-8	32	60	65	axial (-)	2	9,30	180	10
				axial (+)	2	12,60	270	5
				radial (+/-)	2	2,70	70	7
RX 35-39-71-8	39	71	70	axial (-)	5	5,60	130	17
				axial (+)	3	6,10	200	9
				radial (+/-)	5	1,80	60	17
RX 35-47-82-8	47	82	75	axial (-)	6	3,90	90	25
				axial (+)	4	2,80	140	15
				radial (+/-)	6	0,80	50	24
RX 35-62-96-8	62	96	80	axial (-)	7	1,30	50	40
				axial (+)	6	3,00	100	18
				radial (+/-)	7	0,20	30	38
RX 48-38-78-8	38	78	150	axial (-)	3	28,00	640	12
				axial (+)	2	25,00	1160	8
				radial (+/-)	3	8,70	320	11
RX 48-49-96-8	49	96	170	axial (-)	5	15,00	400	23
				axial (+)	4	13,50	760	17
				radial (+/-)	5	4,40	190	22
RX 48-56-112-8	56	112	190	axial (-)	5	7,40	260	30
				axial (+)	5	7,10	460	24
				radial (+/-)	5	2,20	130	29
RX 48-75-133-8	75	133	215	axial (-)	6	4,20	160	49
				axial (+)	6	5,60	370	32
				radial (+/-)	6	1,10	110	50
RX 63-57-108-8	57	108	355	axial (-)	5	48,00	1090	25
				axial (+)	4	45,00	1890	13
				radial (+/-)	5	11,00	550	20
RX 63-60-120-8	60	120	380	axial (-)	6	28,00	750	28
				axial (+)	5	24,00	1470	20
				radial (+/-)	6	8,00	370	27
RX 63-74-133-8	74	133	395	axial (-)	8	24,00	590	42
				axial (+)	6	20,00	1070	24
				radial (+/-)	8	5,00	400	40
RX 63-83-148-8	83	148	415	axial (-)	8	13,00	450	51
				axial (+)	6	12,00	920	33
				radial (+/-)	8	3,00	260	50

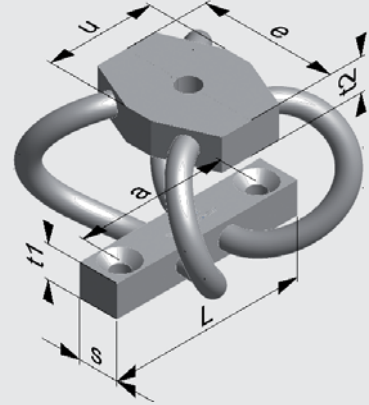
Bitte beachten Sie die Hinweise zu nutzbaren Schraubenlängen auf Seite 12.

Please note usable screw lengths on page 12.

# CAVOFLEX® Baureihe SX / series SX



Breite (B), Weite (W) und Höhe (H) entnehmen Sie bitte den folgenden Seiten. / For breadth (B), width (W) and height (H), please refer to following pages.



## Abmessungen / dimensions

Typ type	Abmessungen dimensions							Gewicht* weight [kg]
	L [mm]	u [mm]	e [mm]	≈ t2 [mm]	≈ t1 [mm]	± 0,2 [mm]	s [mm]	
SX 6	84	45	52	16	12	69,4	15	0,18 - 0,22
SX 9	110	62	75	20	20	89,6	20	0,49 - 0,58
SX 12	110	62	75	20	20	89,6	20	0,71 - 0,86
SX 16	145	80	100	25	25	110,0	30	1,45 - 1,8
SX 19	145	80	100	25	25	110,0	30	2,1

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

## Barren / retaining bars

Typ Type	Senkung / countersink F		Gewinde / thread M		Bohrung / through hole D [mm]	
	①	②	①	②	①	②
SX 6	DIN 74-F10	DIN 74-F6	M10	M6	11,0	7,0
SX 9	DIN 74-F12	DIN 74-F8	M12	M8	13,5	9,0
SX 12	DIN 74-F12	DIN 74-F8	M12	M8	13,5	9,0
SX 16	DIN 74-F16	DIN 74-F12	M16	M12	17,5	13,5
SX 19	DIN 74-F16	DIN 74-F12	M16	M12	17,5	13,5

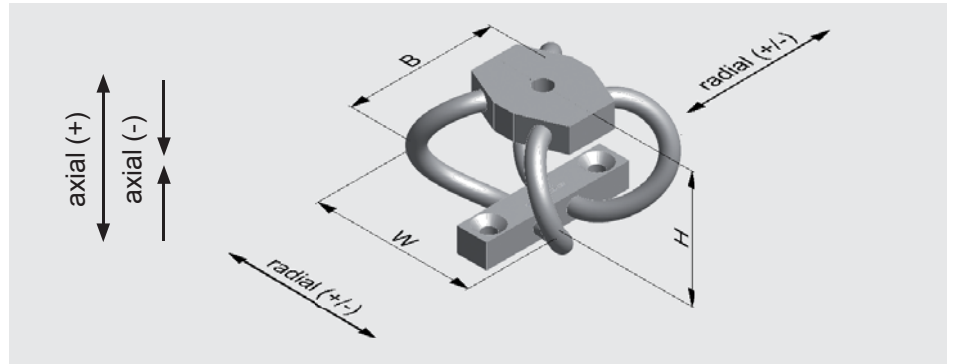
Bestellbeispiel / order example

SX16 - 120 - 152 - 137 - 1F - 2F



# CAVOFLEX®

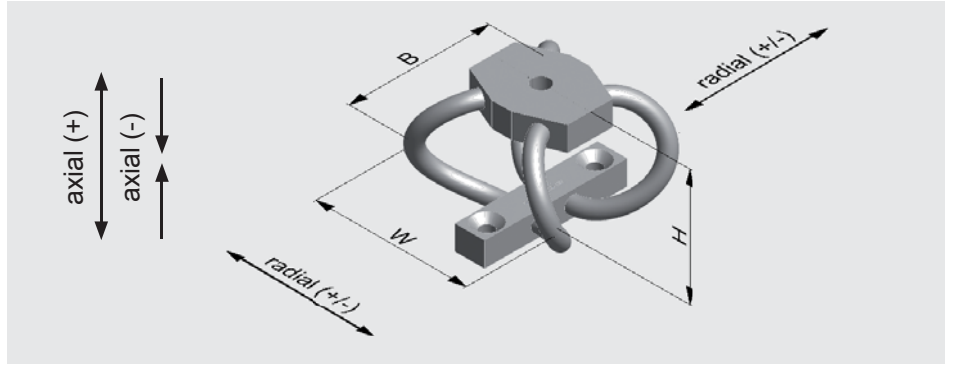
## Baureihe SX series SX



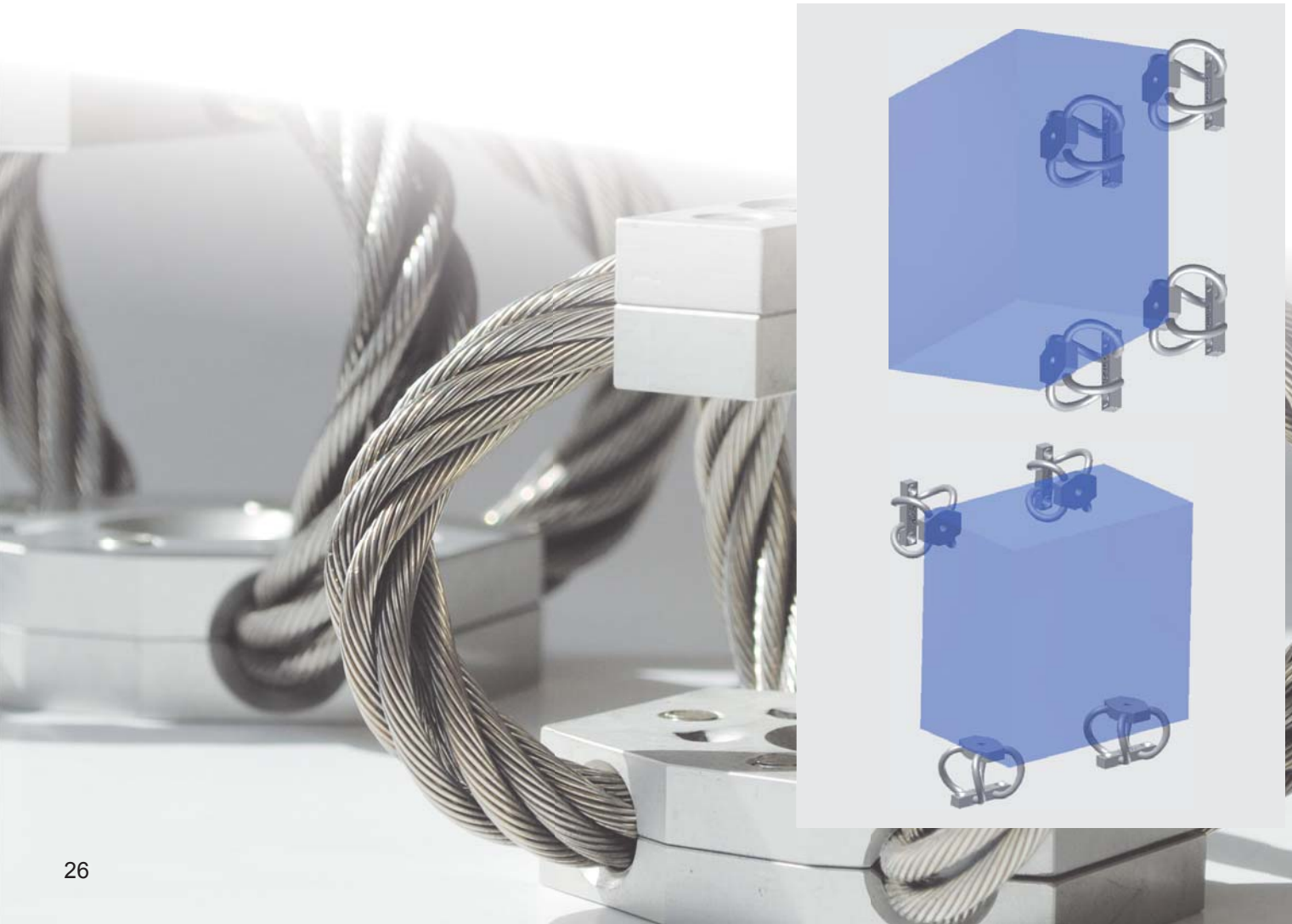
Typ type	Abmessungen dimensions			Gewicht weight ≈ [kg]	Richtung direction	Belastungsdaten / load data			
	H [mm]	W [mm]	B [mm]			Einfederung / deflection		maximale Federkraft maximum spring force [kN]	maximaler Federweg maximum deflection [mm]
						statisch static [mm]	bei Last von at a load of [daN] ≈ [kg]		
SX 6-54-65-66	54	65	66	0,18	axial (-)	5,0	20,0	0,50	23
					axial (+)	5,0	28,0	1,10	17
					radial (+/-)	5,0	8,0	0,30	20
SX 6-56-69-69	56	69	69	0,19	axial (-)	6,5	17,0	0,43	25
					axial (+)	5,5	25,0	1,10	19
					radial (+/-)	6,0	6,6	0,30	25
SX 6-64-76-74	64	76	74	0,20	axial (-)	8,0	13,0	0,36	33
					axial (+)	7,0	22,0	0,90	21
					radial (+/-)	7,0	5,0	0,23	30
SX 6-73-85-78	73	85	78	0,21	axial (-)	8,0	11,0	0,31	42
					axial (+)	7,0	12,0	0,75	27
					radial (+/-)	8,0	3,0	0,23	40
SX 6-83-93-84	83	93	84	0,22	axial (-)	8,0	7,0	0,25	52
					axial (+)	7,0	8,0	0,62	30
					radial (+/-)	9,0	2,0	0,17	50
SX 9-76-94-91	76	94	91	0,49	axial (-)	8,0	35,0	0,90	33
					axial (+)	7,0	51,0	2,30	23
					radial (+/-)	7,0	15,0	0,70	30
SX 9-82-100-93	82	100	93	0,50	axial (-)	9,0	28,0	0,85	39
					axial (+)	7,0	43,0	2,30	28
					radial (+/-)	8,0	13,0	0,68	40
SX 9-91-109-102	91	109	102	0,52	axial (-)	10,5	25,0	0,69	48
					axial (+)	8,0	28,0	1,84	33
					radial (+/-)	8,5	9,0	0,54	45
SX 9 102-118-109	102	118	109	0,55	axial (-)	12,0	20,0	0,60	59
					axial (+)	10,0	27,0	1,60	38
					radial (+/-)	11,0	8,0	0,44	55
SX 9-113-127-117	113	127	117	0,58	axial (-)	12,0	16,0	0,52	70
					axial (+)	10,0	17,0	1,34	45
					radial (+/-)	12,0	7,0	0,45	70
SX 12-90-116-105	90	116	105	0,71	axial (-)	10,0	60,0	1,65	47
					axial (+)	8,0	70,0	4,70	35
					radial (+/-)	9,0	20,5	1,30	40
SX 12-97-125-110	97	125	110	0,72	axial (-)	10,0	47,0	1,50	54
					axial (+)	9,0	55,0	4,00	40
					radial (+/-)	9,0	18,0	1,00	50
SX 12-105-133-114	105	133	114	0,76	axial (-)	10,0	36,0	1,40	62
					axial (+)	9,0	45,0	3,50	45
					radial (+/-)	10,0	16,0	0,96	60
SX 12-115-144-126	115	144	126	0,82	axial (-)	12,0	32,0	1,16	72
					axial (+)	10,0	35,0	2,90	50
					radial (+/-)	12,0	10,0	0,80	70
SX 12-127-152-133	127	152	133	0,86	axial (-)	12,0	27,0	1,06	84
					axial (+)	10,0	28,0	2,60	55
					radial (+/-)	12,0	9,5	0,70	80
SX 16-114-139-133	114	139	133	1,45	axial (-)	12,0	100,0	2,80	61
					axial (+)	11,0	85,0	6,80	40
					radial (+/-)	11,0	40,0	1,50	50
SX 16-120-152-137	120	152	137	1,50	axial (-)	14,0	90,0	2,30	67
					axial (+)	12,0	80,0	5,80	45
					radial (+/-)	12,0	33,0	1,60	55
SX 16-135-161-145	135	161	145	1,60	axial (-)	15,0	70,0	2,30	82
					axial (+)	12,5	70,0	5,70	55
					radial (+/-)	14,0	23,0	1,20	70
SX 16-145-173-159	145	173	159	1,70	axial (-)	15,0	55,0	1,80	92
					axial (+)	12,0	55,0	4,80	60
					radial (+/-)	14,0	18,0	1,10	80
SX 16-162-187-166	162	187	166	1,80	axial (-)	15,0	41,0	1,50	109
					axial (+)	13,0	47,0	4,00	65
					radial (+/-)	14,0	14,0	0,90	90

**CAVOFLEX®**

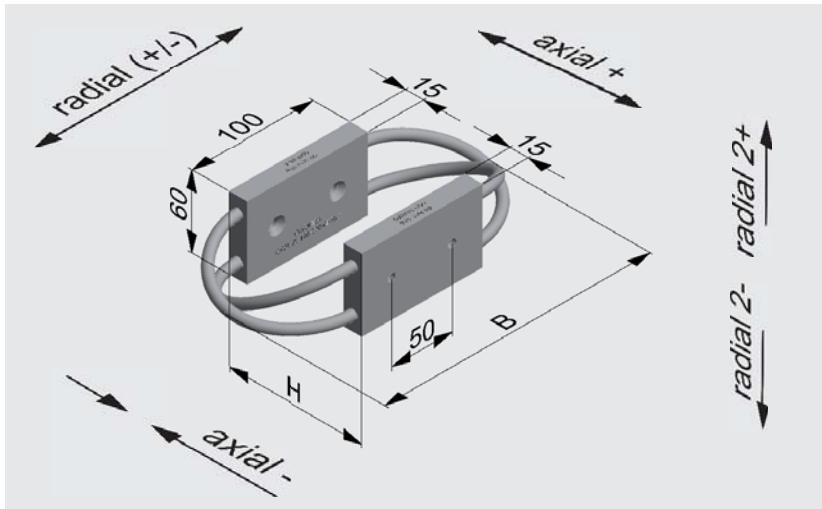
**Baureihe SX**  
**series SX**



Typ type	Abmessungen dimensions			Gewicht weight ≈ [kg]	Richtung direction	Belastungsdaten / load data			
	H [mm]	W [mm]	B [mm]			Einfederung / deflection		maximale Federkraft maximum spring force [kN]	maximaler Federweg maximum deflection [mm]
						statisch static [mm]	bei Last von at a load of [daN] ≈ [kg]		
SX 19-117-146-161	117	146	161	1,8	axial (-)	11	130	4,6	72
					axial (+)	9	125	12,0	55
					radial (+/-)	9	50	2,8	63
SX 19-125-153-171	125	153	171	1,9	axial (-)	11	110	4,3	72
					axial (+)	10	90	8,9	55
					radial (+/-)	10	44	2,8	70
SX 19-136-155-184	136	155	184	2,0	axial (-)	12	90	3,8	83
					axial (+)	10	89	8,0	62
					radial (+/-)	10	28	2,6	85
SX 19-154-171-201	154	171	201	2,2	axial (-)	15	77	3,2	101
					axial (+)	12	70	7,4	75
					radial (+/-)	12	21	2,2	101
SX 19-184-188-228	184	188	228	2,5	axial (-)	17	55	2,2	131
					axial (+)	15	53	5,5	85
					radial (+/-)	15	13	1,2	117

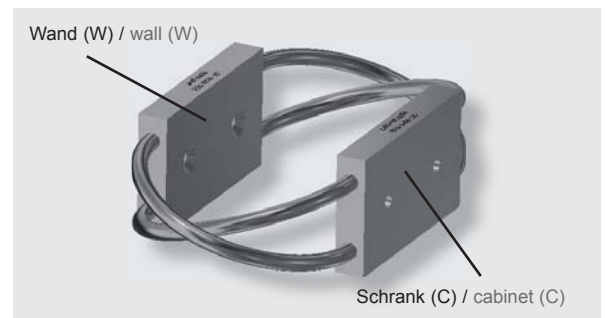


# CAVOFLEX® Baureihe QX / series QX



## Abmessungen / dimensions

Typ type	Abmessungen dimensions		ca. Traglast radial 2- approx. load radial 2- ≈ [kg]	Gewicht weight ≈ [kg]
	H [mm]	B [mm]		
QX 63	105	215	4,0	0,59
QX 70	105	215	5,0	0,61
QX 80	110	220	6,5	0,65



Baureihe QX nur für die Wandmontage nutzen.

Series QX only for wall mounting.

## Barren / retaining bars

Typ Type	Senkung / countersink F		Gewinde / thread M		Bohrung / through hole D [mm]	
	W	C	W	C	W	C
QX 63	DIN 74-F6	DIN 74-F6	M6	M6	6,5	6,5
QX 70	DIN 74-F6	DIN 74-F6	M6	M6	6,5	6,5
QX 80	DIN 74-F6	DIN 74-F6	M6	M6	6,5	6,5

\* Gerne erstellen wir Ihnen maßgeschneiderte Lösungen. / Tailor-made solutions are welcome.

Bestellbeispiel / Order example

QX63 - 35 - 105 - 215 - WF - CF

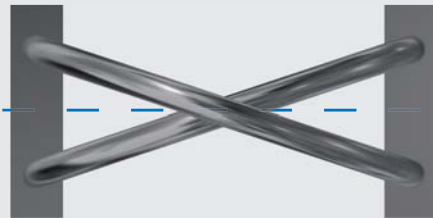
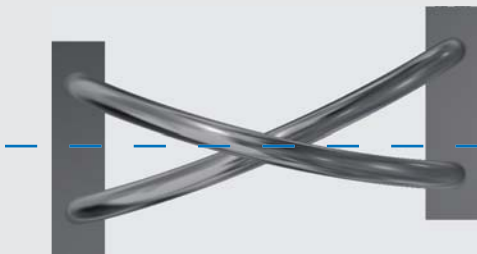
**CAVOFLEX®**

**Baureihe QX**  
**series QX**



Einbauzustand ohne Last / installation without load

Einbauzustand mit Last / installation with load

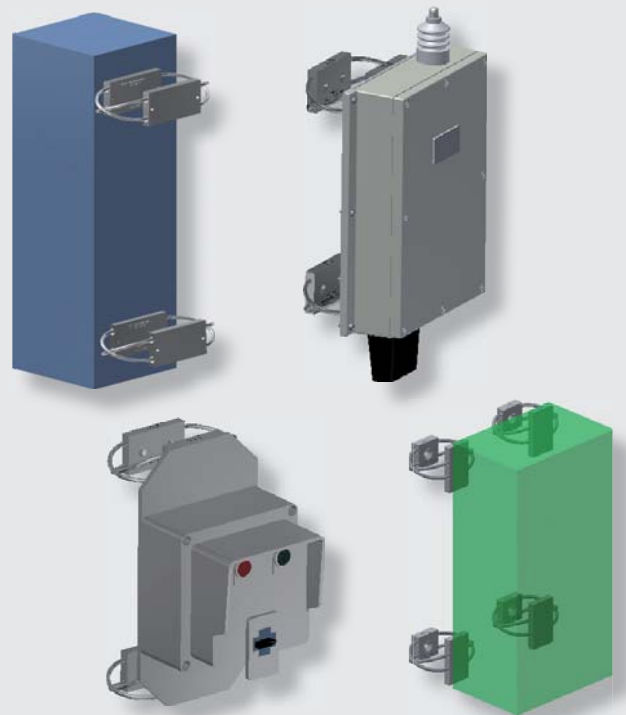


Beispiele Barrenformen / Bar examples



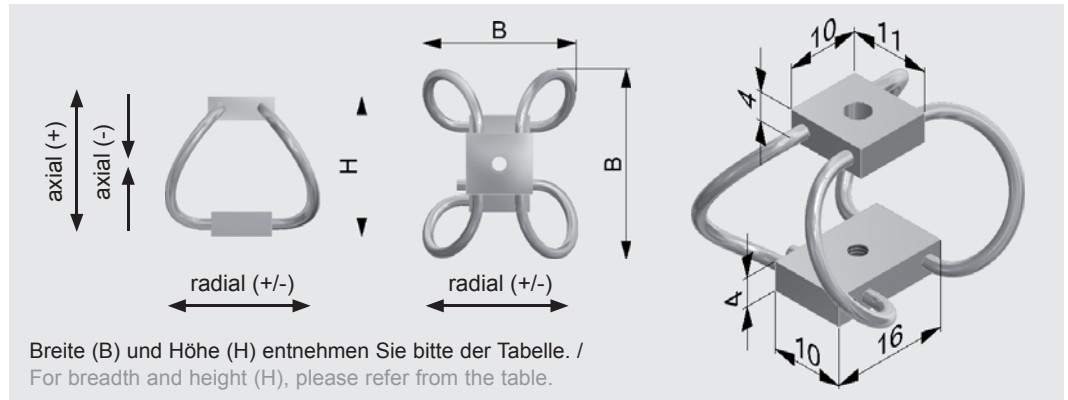
Weitere alternative Befestigungsbarren sind möglich. / Further alternative bars are possible.

Einbaubeispiele / Installation examples



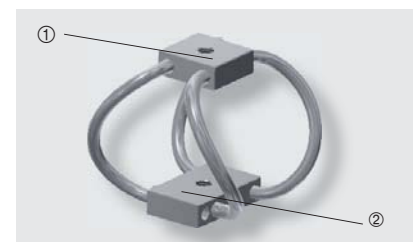
# CAVOFLEX®

## Baureihe TX series TX



Breite (B) und Höhe (H) entnehmen Sie bitte der Tabelle. / For breadth and height (H), please refer from the table.

Typ type	Abmessungen dimensions		Gewicht weight ≈ [g]	Richtung direction	Belastungsdaten / load data		maximale Federkraft maximum spring force [N]	maximaler Federweg maximum deflection [mm]	
	H [mm]	B [mm]			Einfederung / deflection	statisch static [mm]			bei Last von at a load of [daN] ≈ [kg]
TX 15-17-19	17	19	3	axial (-)		2,0	1,0	21	7,5
				axial (+)		1,0	1,0	37	3,0
				radial (+/-)		2,0	0,3	13	7,0
TX 15-19-20	19	20	4	axial (-)		3,0	0,9	16	9,0
				axial (+)		1,0	0,8	33	3,5
				radial (+/-)		3,0	0,3	15	9,0
TX 15-23-23	23	23	4	axial (-)		4,5	0,7	12	12,0
				axial (+)		2,0	0,7	23	5,0
				radial (+/-)		4,5	0,3	11	12,0
TX 15-26-26	26	26	5	axial (-)		5,5	0,6	11	16,0
				axial (+)		3,0	0,7	21	6,5
				radial (+/-)		5,5	0,2	11	16,0
TX 20-16-20	16	20	4	axial (-)		2,0	2,7	50	6,0
				axial (+)		1,0	2,2	73	3,0
				radial (+/-)		2,0	0,6	34	6,0
TX 20-19-21	19	21	5	axial (-)		3,0	2,3	41	8,0
				axial (+)		1,0	1,8	75	3,5
				radial (+/-)		3,0	0,9	33	9,0
TX 20-23-24	23	24	5	axial (-)		4,0	1,7	32	11,0
				axial (+)		2,0	1,7	78	5,5
				radial (+/-)		4,0	0,7	26	11,0
TX 20-27-27	27	27	6	axial (-)		5,5	1,3	27	16,0
				axial (+)		3,5	1,5	60	7,5
				radial (+/-)		5,5	0,5	24	16,0



### Barren / retaining bars

Typ type	Senkung / counter bore F		Gewinde / thread M		Bohrung / through hole D [mm]	
	①	②	①	②	①	②
TX 15	DIN 74-F3	DIN 74-F3	M3	M3	3,4	3,4
TX 20	DIN 74-F3	DIN 74-F3	M3	M3	3,4	3,4

Bestellbeispiel / order example

TX15- 17 - 19 - 1M - 2M

## Wie platziert man CAVOFLEX® Federelemente ?

**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 (F).

**Hauptbelastungsrichtung Zug:** CAVOFLEX® ist abreißsicher (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 Vorteile dieser Einbauart (H) ergeben sich durch die Verschiebung der elastischen Hauptebene in Richtung Schwerpunkt. Es sind größere Federwege möglich.

**Hauptbelastungsrichtung 45° Zug:** Die Anmerkungen für die Hauptbelastungsrichtung Zug gelten hier sinngemäß.

**Hauptbelastungsrichtungen Schub:** Besonders weiche Lagerungen sind in dieser Anordnung möglich (D, E). Eine einseitige Wandbefestigung (I) sollte aufgrund der auftretenden Kippmomente nur in Ausnahmefällen gewählt werden!

**Eine reine Wandbefestigung (Beispiel I) ist nicht zu empfehlen. Besser ist eine Hilfskonsole und Anordnung (Beispiel J).**

## How to place CAVOFLEX® springs ?

**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 stabilizers may be necessary (F).

**Tensile load:** CAVOFLEX® is fail-safe (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).

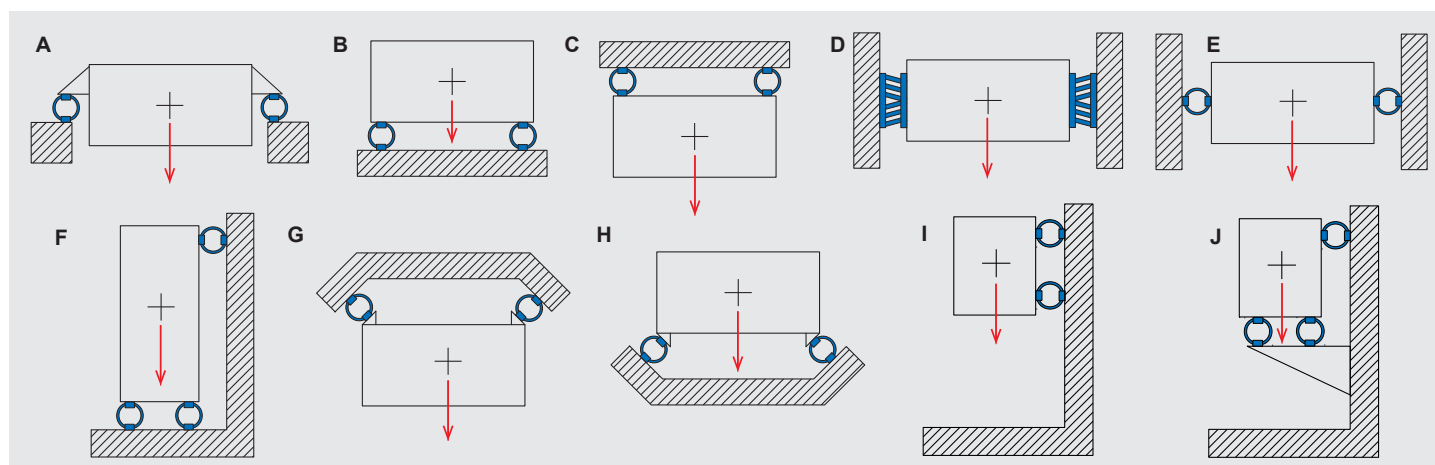
**45° compressive load:** The advantages of this installation variant (H) are given by the displacement of the main elastic plane towards the centre of gravity. Larger deflections are possible.

**45° tensile load:** The information shown for tensile load applies here analogously.

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

**A pure wall fixing (example I) is not recommended. Better is to use variant (example J) with additional support.**

### Montagevarianten / installation variants



## Federkennlinien

Unsere Federkennlinien entsprechen den Anforderungen der DIN 95415.

Für genauere Berechnungen stellen wir Ihnen gerne detaillierte Federkennlinien zur Verfügung - gerne auch in digitaler Form mit einem anwendungsfreundlichen Darstellungsprogramm.

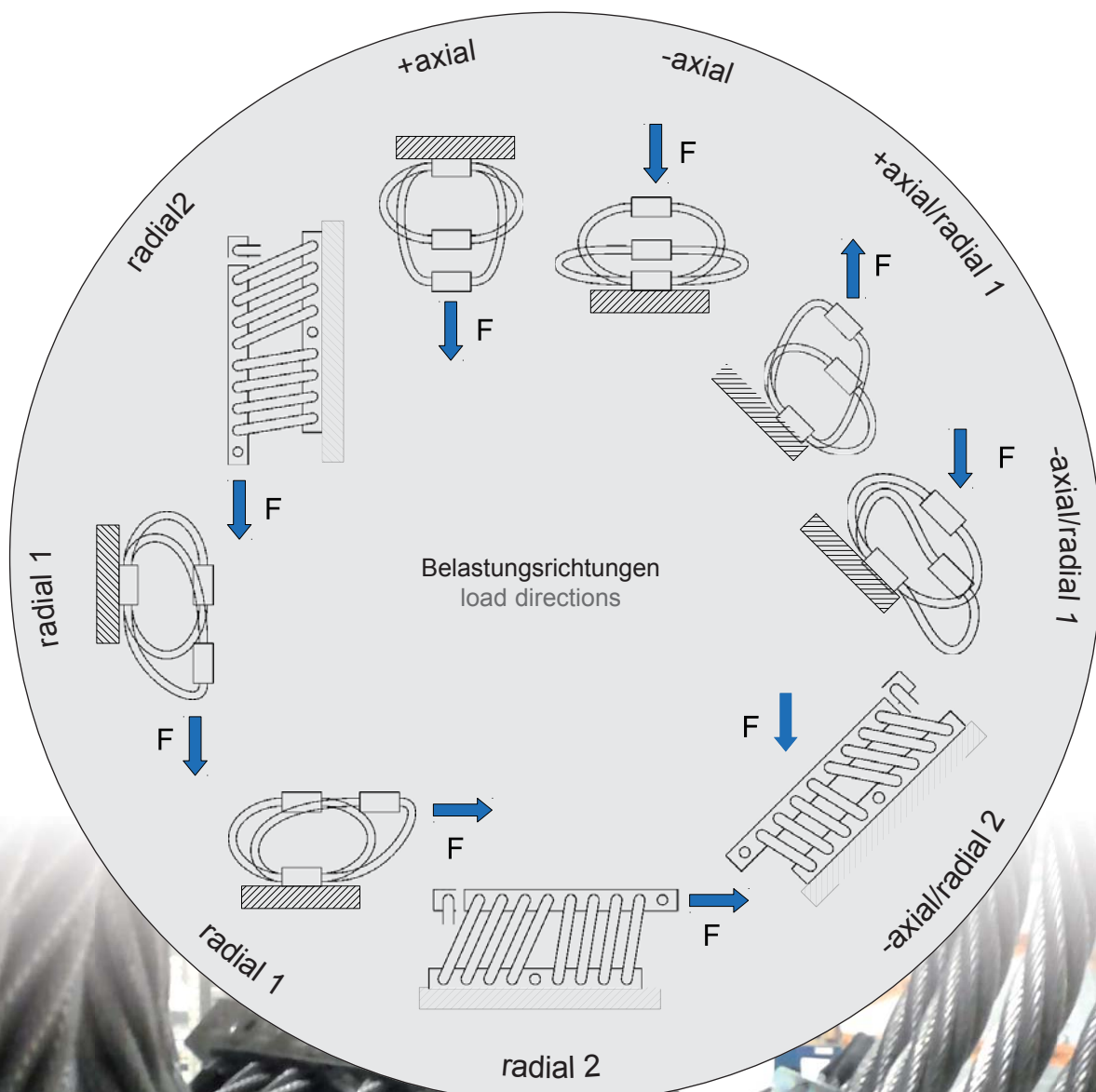
Die Federkennlinien sind so aufgenommen, dass die Seile in ihrer Bewegung nicht behindert werden. Bei der Aufnahme der Druckkennlinie wurden z. T. Unterlagen verwendet, um ein Anliegen der Seile am Fundament bei großen Federwegen zu verhindern.

## Spring characteristics

Our spring characteristics comply with the requirements of DIN 95415.

Detailed spring characteristics are available on request - also gladly in digital form with an easy to use viewer.

Curves are made in such a way that the cables are not stopped during movement. Underlays are partly used to avoid cable contact to the foundation during high deflections.



## Theorie Schwingungsisolierung

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 diese 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:

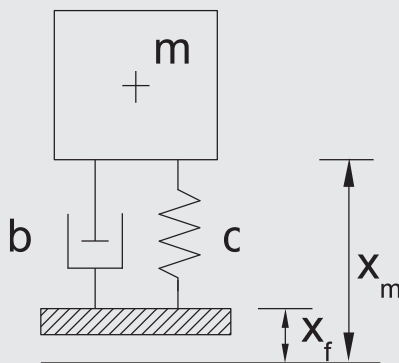
## Theory vibration isolation

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. 1 Fußpunktanregung / excitation at the foundation



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

$$\text{Massenkraft} + \text{Dämpferkraft} + \text{Federkraft} = 0$$

$$\text{mass force} + \text{damping force} + \text{spring force} = 0$$

Ist die Störfunktion  $X_f$  bekannt und der zeitliche Verlauf einfach beschrieben, 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.



## Theorie Schwingungsisolierung

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

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 47) zu verwenden.

## Theory vibration isolation

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.

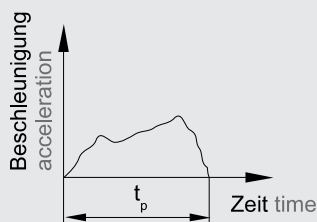
A precondition for this procedure is that the shock impulse time ( $t_p$ ) is much smaller than the period duration (T) of the natural frequency of the system. In usual shock tests, the induced shock energy is calculated as shown below.

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.

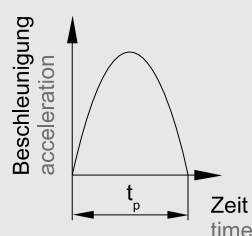
Otherwise we recommend the use of a suitable calculation program (e.g. ShockDesign® see page 47).

Abb. / Fig. 2 Allgemeiner Stoß / general shock



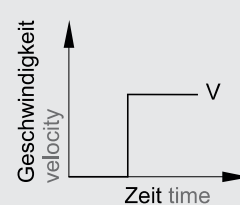
$$\Delta E = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{m}{n}\right) \cdot \Delta V^2 = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{m}{n}\right) \cdot \left[\int_0^{t_p} a(t) \cdot dt\right]^2$$

Abb. / Fig. 3 Halbsinusstoß / semi-sinusoidal shock



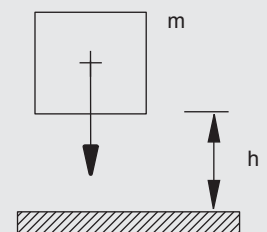
$$\Delta E = \frac{2}{\pi^2} \cdot \left(\frac{m}{n}\right) \cdot (a_0 \cdot t_p)^2$$

Abb. / Fig. 4 Geschwindigkeit / velocity



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

Abb. / Fig. 5 Fall aus Höhe h / fall from height h



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

## Theorie Schwingungsisolierung

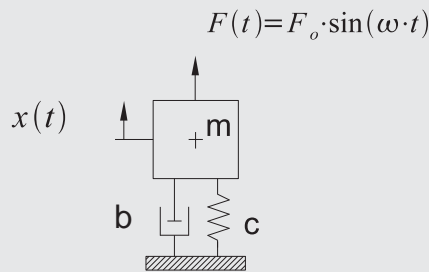
Ziel der Schwingungsisolierung ist es, die Übertragung von Vibrationskräften aus dem Fundament auf ein gelagertes Gerät (Empfängerisolierung) bzw. vom Gerät auf das Fundament (Quellenisolierung) auf ein zulässiges Maß zu mindern.

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:

## Theory 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 (receiver isolation) or from the unit to the foundation (source 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.

$$T = \frac{F_u}{F_o} = \sqrt{\frac{1 + (2 \cdot D \cdot \eta)^2}{(1 - \eta^2)^2 + (2 \cdot D \cdot \eta)^2}}$$

$$\eta = \frac{f_{err}}{f_e} \quad D = \frac{b}{(2 \cdot m \cdot \omega)}$$

Ableitung des Isolationsgrades:

Derivation of the isolation degree:

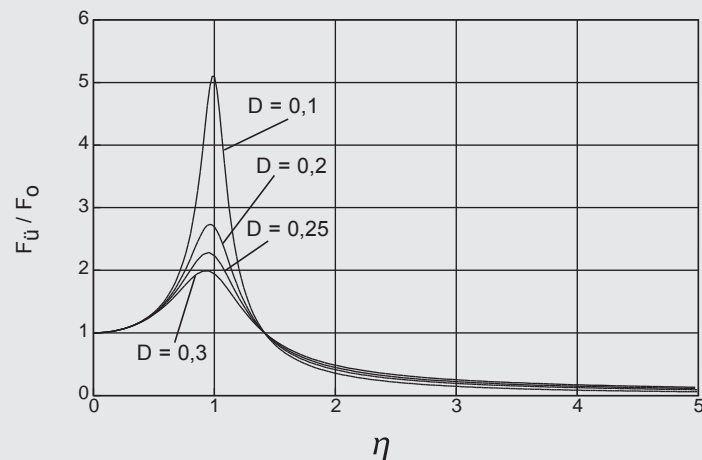
$$i = \frac{(F_o - F_u)}{F_o} \cdot 100$$

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

## Theorie Schwingungsisolierung

## Theory vibration isolation

Abb. / Fig. 6 Übertragungsfunktion für verschiedene Dämpfungsgrade / transmission function for various degrees of damping



Aus der Übertragungsfunktion wird 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 keine viskose (geschwindigkeitsproportionale), sondern überwiegend strukturelle (Reibungs-)Dämpfung vor.**

From the transfer function can be seen:

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 not viscose (proportionate to velocity), but mainly structural (frictional).**

## Theorie Schwingungsisolierung

Die vorher angenommenen linearen Zusammenhänge sind also nicht mehr gegeben. Die Abb. 7 und 8 zeigen die Abhängigkeit der Federsteife von Amplitude und Frequenz zwischen CAVOFLEX®, Naturkautschuk und hoch gedämpften Gummiquitäten im Vergleich.

## Theory vibration isolation

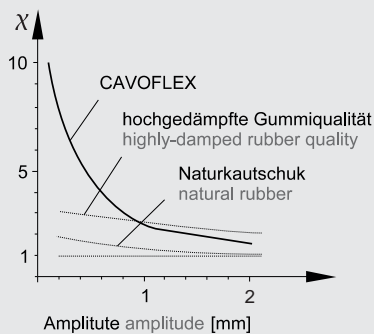
The before assumed linear relationships therefore cease to apply. Figs. 7 and 8 show a comparison of the dependence of the spring stiffness on amplitude and frequency between CAVOFLEX®, natural rubber and highly damped rubber qualities.

**Abb. / Fig. 7** Amplitudenabhängigkeit / Amplitude-dependence

Parameter / parameter

Frequenz / Frequency = 5 Hz

Einfederung / Deflection = 5 mm

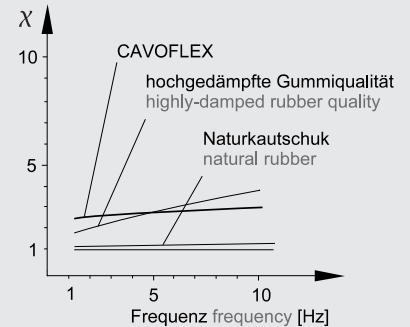


**Abb./Fig. 8** Frequenzabhängigkeit / Frequency-dependence

Parameter / parameter

Amplitude / Amplitude = 0,8 mm

Einfederung / Deflection = 5 mm



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

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

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

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

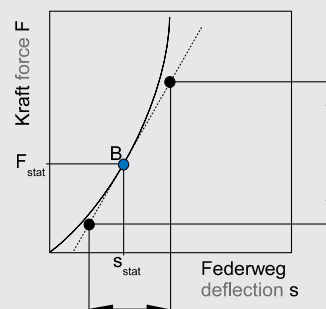
$$c_{dyn} = \chi \cdot c_{stat}$$

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

Der Versteifungsfaktor  $\chi$  ist den Abb. 7 und 8 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  $\chi$  is shown in Figs. 7 and 8. 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.

**Abb. / Fig. 9** Ermittlung der Tangentensteifigkeit / determination of tangential stiffness



$$c = \frac{\Delta F}{\Delta s}$$

## Theorie Schwingungsisolierung

Der Vorteil der Reibungsdämpfung im Einsatz von CAVOFLEX® ergibt bei Anregung des Systems in der „Resonanzfrequenz“ eine ständige Verstimmung, so bleibt die maximale Vergrößerung der Amplitude auf das ca. 3-fache begrenzt (Überhöhung < 3).

Die Abb. 10 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-FF 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 der Abbildung ist das Verhältnis der Beschleunigung am Fußpunkt ( $\ddot{X}_f$ ) zum Gerät ( $\ddot{X}_m$ ) dargestellt.

Es handelt sich um den Fall der Empfängerisolierung. (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.**

## Theory vibration isolation

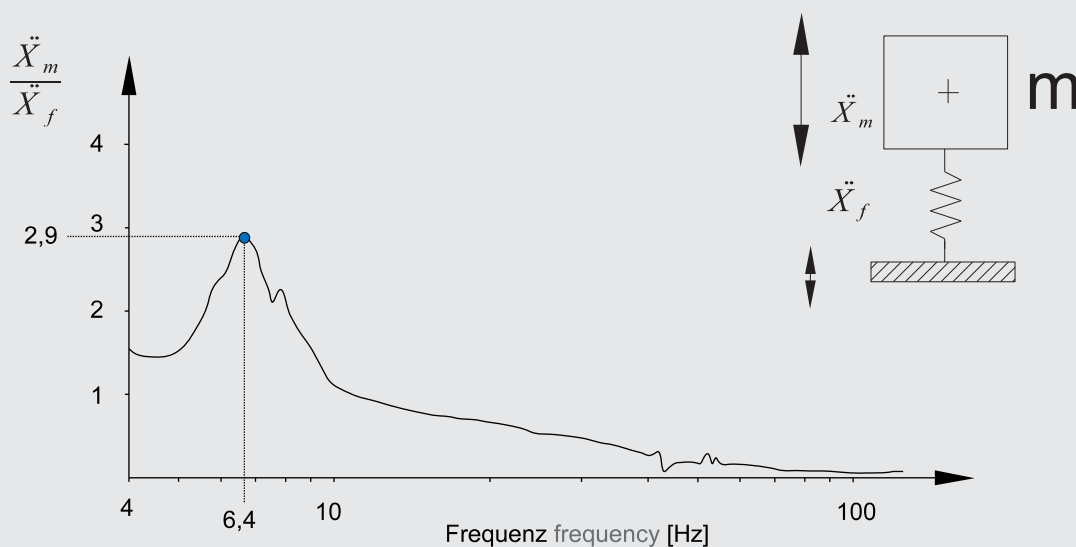
The advantage of frictional damping using CAVOFLEX® is the excitation of the system at „resonance frequency“ in the case of constant system misalignment, so that the maximum increase in amplitude is limited to about three times (magnification factor < 3).

Fig. 10 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-FF 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. The figure 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 receiver 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. 10 Ergebnis einer Schwingungsprüfung / result of a vibration test



## Berechnungsbeispiele

### Beispiel Container

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  $\pm 1$  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  $\chi = 2$  (Abb. 7) zu rechnen. Statische Steifigkeit:

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

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 Einfeldung:

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

Ausgewählt werden

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

## Calculation examples

### Example container

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  $\pm 1.6$  mm amplitude up to 12,5 Hz; from 12,5 Hz at a acceleration of  $\pm 1$  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  $\chi = 2$  (Fig. 7) 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-FF**

## Berechnungsbeispiele

## Calculation examples

Statische Einfederung aus der Druckfederkurve für diesen Typ (aus Tabelle Seite 17 gemittelt):

Static deflection from the compression curve for this type (determined from table, page 17):

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

(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:

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

### 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.

## Berechnungsbeispiele

### Beispiel Schaltschrank

Ein Schaltschrank mit der Masse  $m = 180 \text{ kg}$  soll gemäß Skizze (Abb. 11) elastisch aufgestellt werden. Es werden 4 Stück CAVOFLEX® H 125-216-110-150-8-FF 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  $950 \text{ m/s}^2$  (ca. 95 g) und 5 ms ausgesetzt werden. Die Erprobung erfolgt im Falltest mit einem Geschwindigkeitssprung von  $3 \text{ m/s}$ , 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 =  $405 \text{ Nm}$  absorbieren. Auf der zusammengesetzten Energiekurve wird dieser Wert bei einem Federweg von  $53 \text{ mm}$  erreicht.

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

Die Schockbelastung errechnet sich aus der Summe der Federkräfte auf das Gerät:

Druckkraft bei  $53 \text{ mm}$   $F_{\text{Druck}} = 4,4 \text{ KN}$

Zugkraft bei  $53 \text{ mm}$   $F_{\text{Zug}} = 16,4 \text{ KN}$

## Calculation examples

### Example cabinet

A control cabinet weighing  $m = 180 \text{ kg}$  is to be installed according to drawing (Fig. 11). Four CAVOFLEX® H 125-216-110-150-8-FF 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 stabilizers. The cabinet is to be subjected to a semi-sinusoidal shock impulse of  $950 \text{ m/s}^2$  (about 95 g) and 5 ms. The fall test is carried out at a velocity of  $3 \text{ m/s}$ , corresponding to a height of fall of:

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 =  $405 \text{ Nm}$ . On the combined energy curve, this value is achieved at a deflection of  $53 \text{ mm}$ .

The shock load is calculated from the total spring forces exerted on the device:

Compressive force at  $53 \text{ mm}$   $F_{\text{compressive}} = 4,4 \text{ KN}$

Tensile force at  $53 \text{ mm}$   $F_{\text{tensile}} = 16,4 \text{ KN}$



## Berechnungsbeispiele

## Calculation examples

Beschleunigung am Gerät:

Velocity on device:

$$a = \frac{\sum F}{m} = \frac{41,6 \cdot 10^3}{180} = 231 \frac{m}{s^2} \rightarrow 23,6 g$$

**Rechenergebnis: Input = 95 g/5 ms**  
**Output = 23,6 g (Restschock)**

**Calculation result: Input = 95 g/5 ms**  
**Output = 23,6 g (residual shock)**

Bei dem anschließend durchgeführten Schockversuch wurde der in der Abb. 12 dargestellte Beschleunigungsverlauf gemessen.

The acceleration curve shown in Fig. 12 was measured in the subsequent shock test.

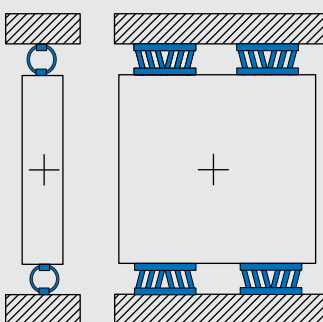
Zum Vergleich ist der mit ShockDesign® ermittelte Beschleunigungsverlauf ebenfalls eingezeichnet. Man erkennt, dass die errechnete Amplitude der ersten Halbwellen zufriedenstellend mit den Messergebnissen übereinstimmt. Im weiteren Beschleunigungsverlauf ergeben sich größere Abweichungen, da sich das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

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 difficult to represent correctly for inclusion in the calculation program. In addition, the pronounced rebound impulse is not taken into account in shock calculation.

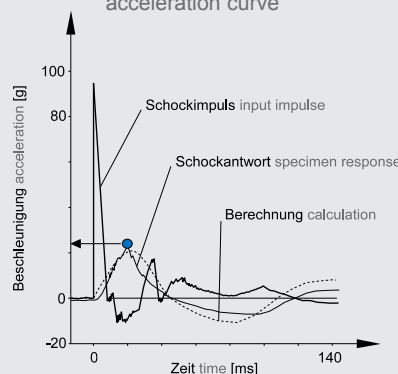
Deutlich zu erkennen ist das überdurchschnittlich gute Dämpfungsverhalten von CAVOFLEX® Drahtseil-Federelementen und demzufolge das schnelle Abklingen der Schwingung, so dass das System schnell zur Ruhe kommt (schon die 2. Halbwellen ist nur noch ca. 1/3 der 1. Halbwellen!)

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!)

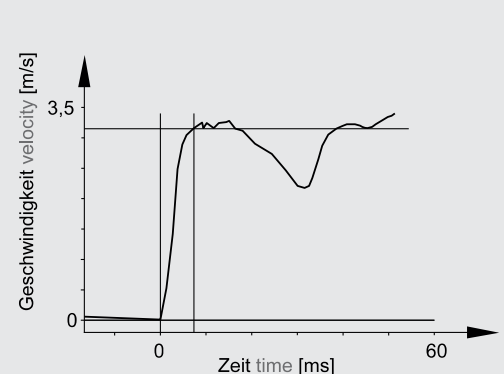
**Abb. / Fig. 11** Skizze „Schaltschrank“ / diagram „Control cabinet“



**Abb. / Fig. 12** Beschleunigungsverlauf / acceleration curve



**Abb. / Fig. 13** Geschwindigkeitsverlauf / velocity curve



## Körperschalldämmung

Verschiedene Versuche zur Bestimmung der Durchgangsdämmung haben gezeigt, dass trotz des direkten metallischen Kontakts zwischen Aggregat und Fundament eine wirkungsvolle Körperschalldämmung erreicht wird. Es wurden Durchgangsdämmwerte von über 20 dB ermittelt.

Im Einsatz weicht der Wert für die Durchgangsdämmung je nach Fundamentsteifigkeit nach oben oder unten ab.

Ein typisches Beispiel für den Verlauf der Durchgangsdämmung in Abhängigkeit der Frequenz zeigt Abb. 14, gemessen am Dämpfertyp H 95-216-90-110-8-FF.

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

## Structure-borne noise damping

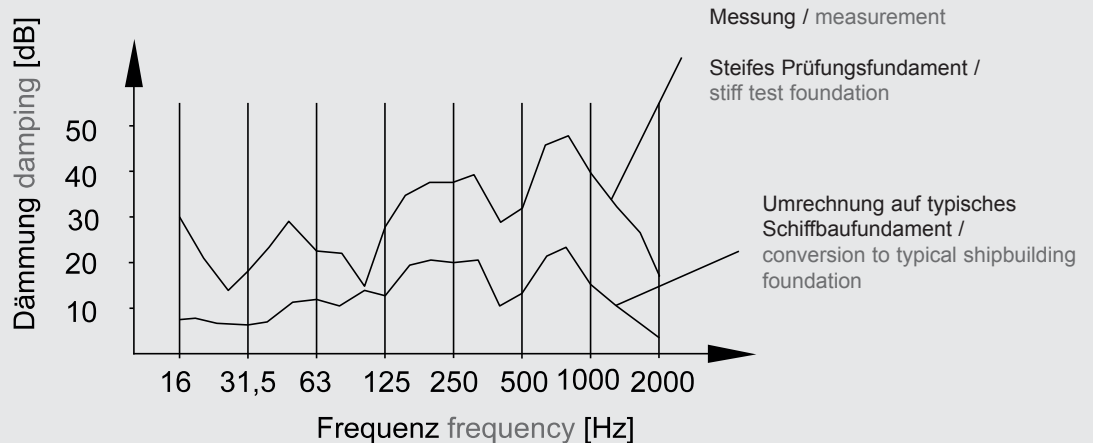
Various tests for determination of the damping effectiveness have shown that despite direct metal contact between the unit and foundation effective structure-borne noise damping is achieved. Damping values of over 20 dB have been measured.

In 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. 14, measured on the isolator type H 95-216-90-110-8-FF.

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. 14**  
Durchgangsdämmung /  
damping effectiveness



## Formelzeichen / Symbols

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

## 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 9001.



## 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 9001.



## Typische Anforderungen / Normen

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

- DIN 95415
- BV 043 Schocksicherheit
- BV 044 Rüttelsicherheit
- BV 0230
- BV 30/VG 95 577 Elektromagnetische Verträglichkeit
- MIL-STD-810 D
- MIL-STD-167 (Vibration)
- MIL-S-901 (Schock)
- MIL-C-172
- STANAG 4142
- DIN 50155
- DIN 60721
- DIN 60068 (Umweltprüfung)

## Typical demands / norms

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

- DIN 95415
- BV 043 shock resistance
- BV 044 vibration resistance
- BV 0230
- BV 30/VG 95 577 electromagnetic compatibility
- MIL-STD-810D
- MIL-STD-167 (vibration)
- MIL-S-901 (shock)
- MIL-C-172
- STANAG4142
- DIN 50155
- DIN 60721
- DIN 60068 (environmental testing)

## Mess- und Prüftechnik

Für Qualitätssicherung und Entwicklung neuer Lösungen arbeitet WILLBRANDT mit einer 250-kN-servo-hydraulischen Universalprüfmaschine sowie eine elektrodynamischen Schwingungsanlage.

Darüber hinaus bieten wir an:

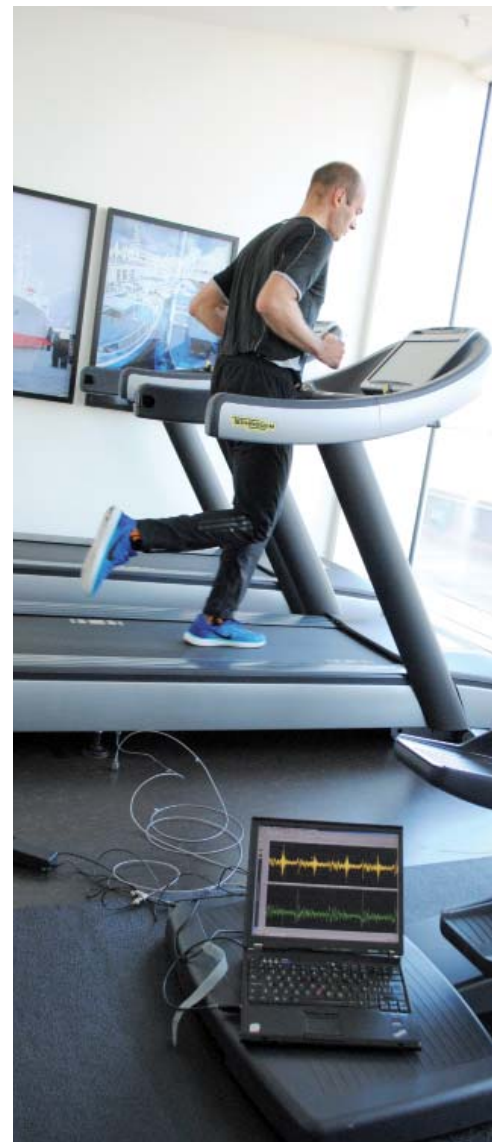
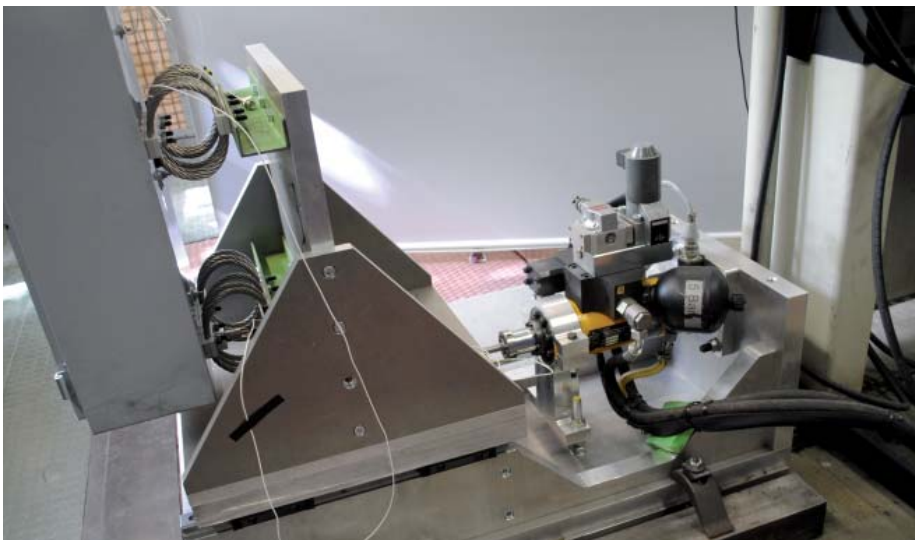
- Körperschall-, Luftschall- und Schwingungsanalyse
- Auslegung und Fertigung von Schallschutzmaßnahmen
- Berechnung und Auslegung von schwingungstechnischen Lösungen
- Überprüfung der Lösungsansätze im eigenen Labor

## Measurement and testing

For quality assurance and the development of new solutions, WILLBRANDT works with a 250 kN servo-hydraulic universal testing machine and a shaker vibrating 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
- Validation of design approaches in own laboratory



# Berechnungs- und Federkurvenprogramm

## Federkurvenprogramm

Mit dem kostenlosen Federkurvenprogramm können Sie detaillierte Federdaten für Ihre eigenen Berechnungen abrufen und bekommen so einen einfachen und schnellen Überblick.

# Calculation and spring viewer program

## Spring curve program

With our free spring curve program, detailed spring data can be provided for specific calculations. So you get a quick and easy overview.

Abb. / Fig. 15 Federkurvenprogramm / Spring curve program

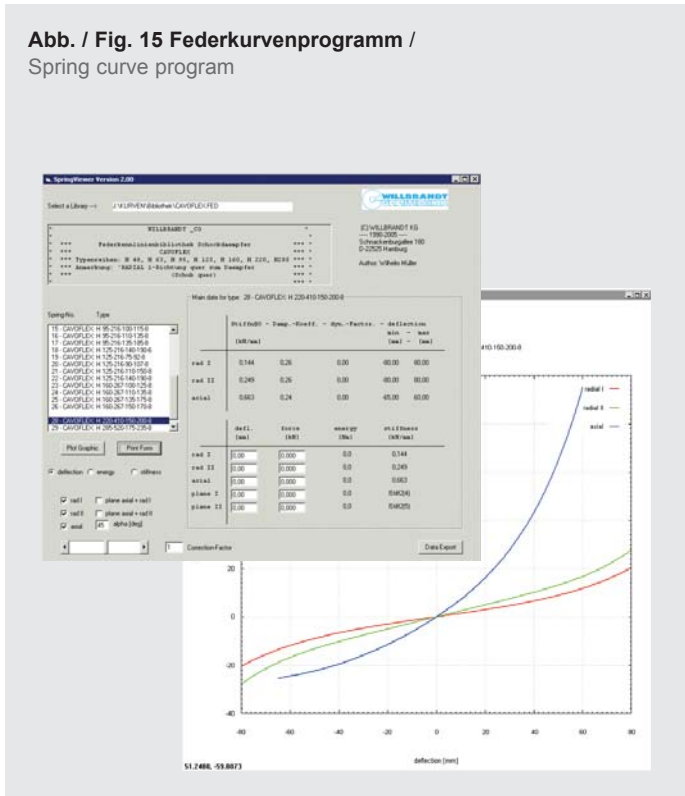


Abb. / Fig. 16 Schock-Antwort-Spektrum / Shock Response Spectrum

The diagram shows a 3D cube with a red dot at its center. Six springs are attached to the corners of the cube. Various force vectors and displacements are indicated by arrows and numbered circles (1-6). The diagram illustrates the shock response spectrum analysis of a system.

- statische Einfederung / static deflection
- 6 Eigenfrequenzen / 6 natural frequencies
- Schockwege / shock displacements
- Restschock an jedem Punkt / residual shock at any point
- Kräfte an Montagepunktenden / forces at fixing points and springs
- FFT / fast fourier transform
- SRS / shock response spectrum
- Umfassende Berichte: Vibration, Schock, Klassifizierungsgesellschaften / full report: vibration, shock, classification associations

## Berechnungs- und Federkurvenprogramm

### ShockDesign®

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

ShockDesign® wird von vielen Industrieunternehmen und Werften benutzt, um vielfältige Aufgaben zu lösen. So zum Beispiel die Bestimmung von Auflagekräften statisch unbestimmter Systeme und die Frequenz-Ermittlung in allen Freiheitsgraden.

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 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.

## Calculation and spring viewer program

### ShockDesign®

ShockDesign® calculates in detail 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 tasks such as the determination of the bearing forces of statically undetermined systems and the frequencies in all degrees of freedom.

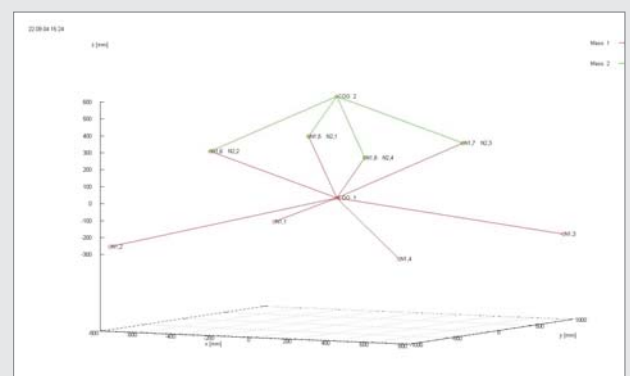
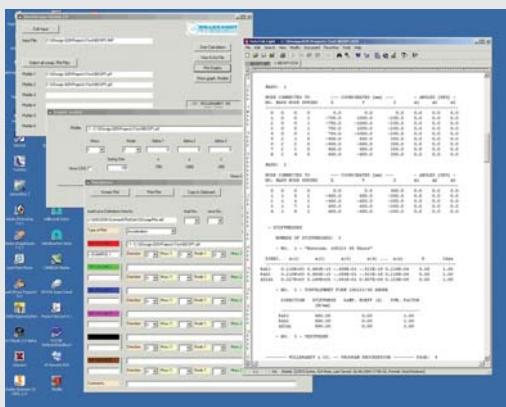
ShockDesign® is helpful for the design of multi-degree-of-freedom-systems with, e.g. typical ship loads through rolling, pitching and yawing.

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.

Abb. / Fig. 17 ShockDesign® / ShockDesign®



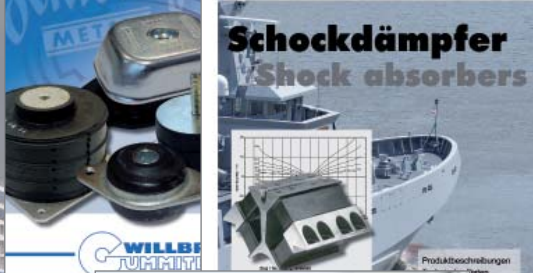
## WILLBRANDT Schwingungstechnik

Gummi-Metal-Verbindungen  
für Schiff-, Boot- und  
Schwingsuspension

## WILLBRANDT GUMMITECHNIK Schwingungstilger



## Schockdämpfer Shock absorbers



## Schockdämpfer und Schwingungstechnik

für Marineanwendungen mit hohen  
akustischen Anforderungen



## Shock Mount Vibration Tec

for marine applications with  
high acoustic requirements

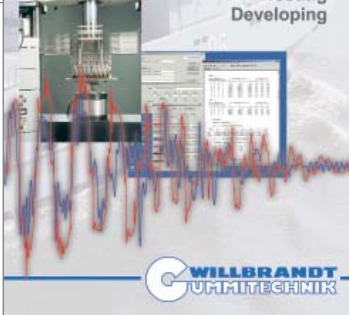


## Schwingungs

Messen  
Prüfen  
Entwickeln

## Vibration Technology

Measuring  
Testing  
Developing



## Unternehmensprofil Company Profile

Hamburg  
Hannover  
Berlin  
Dänemark



**WILLBRANDT KG**  
Schnackenburgallee 180  
22525 Hamburg  
Germany  
Phone +49 40 540093-0  
Fax +49 40 540093-47  
eMail [info@willbrandt.de](mailto:info@willbrandt.de)

**Niederlassung Hannover**  
Reinhold-Schleese-Straße 22  
30179 Hannover  
Germany  
Phone +49 511 99046-0  
Fax +49 511 99046-30  
eMail [hannover@willbrandt.de](mailto:hannover@willbrandt.de)

**Niederlassung Berlin**  
Breitenbachstraße 7 - 9  
13509 Berlin  
Germany  
Phone +49 30 435502-25  
Fax +49 30 435502-20  
eMail [berlin@willbrandt.de](mailto:berlin@willbrandt.de)

**WILLBRANDT Gummitechnik A/S**  
Finlandsgade 29  
4690 Haslev  
Denmark  
Phone +45 56870164  
Fax +45 56872208  
eMail [info@willbrandt.dk](mailto:info@willbrandt.dk)  
web [www.willbrandt.dk](http://www.willbrandt.dk)

[www.willbrandt.de](http://www.willbrandt.de)

# WILLBRANDT GUMMITECHNIK

Schwingungstechnik  
Kompensatoren  
Lärmschutzsysteme  
Profile und Formteile  
Antriebs Elemente  
Spezialdichtungen  
Gummi für Schiff und Hafen

