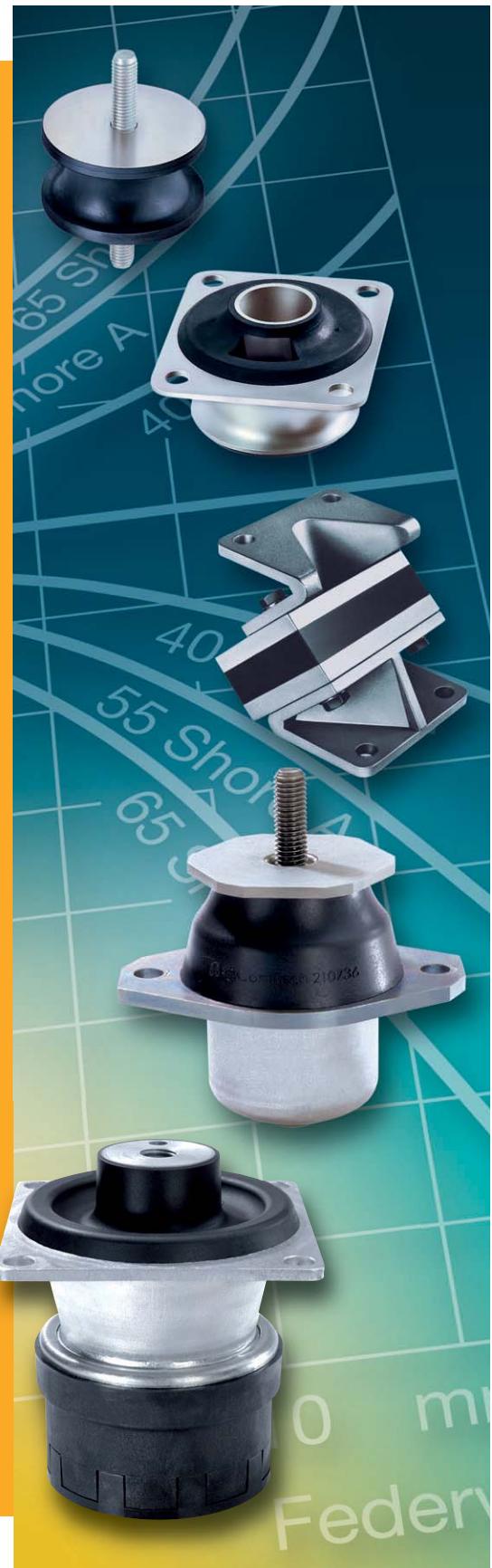


# SCHWINGMETALL®

Die Original  
Gummi-Metall-  
Verbindung  
von ContiTech

Vibration Control



**TEJASA**  
antivibración

Tfno. +34 942 544 223 Fax +34 942 544 224 [www.schwingmetall.es](http://www.schwingmetall.es) [schwingmetall@schwingmetall.es](mailto:schwingmetall@schwingmetall.es)

**Continental**  
**CONTITECH**



# Auslegung einer elastischen Lagerung

## Auswahl eines SCHWINGMETALL®-Elements in fünf Schritten:

- Für die Auslegung einer Lagerung werden zunächst die Erregerschwingungszahl und der Isoliergrad betrachtet. Anzustreben ist ein Isoliergrad größer 75%. Bei der Auswertung des Diagramms ergeben sich am Schnittpunkt der Erregerschwingungszahl und des Isoliergrades die lineare statische Einfederung und die Eigenschwingungszahl des Systems.
- Aus dem abgelesenenem linearem statischen Federweg und der Kraft die an dem betrachtetem Lagerpunkt wirkt, wird die benötigte Federsteifigkeit berechnet:

$$\text{Federsteifigkeit } c \left[ \frac{\text{N}}{\text{mm}} \right] = \frac{\text{Last } F [\text{N}]}{\text{Federweg } s [\text{mm}]}$$

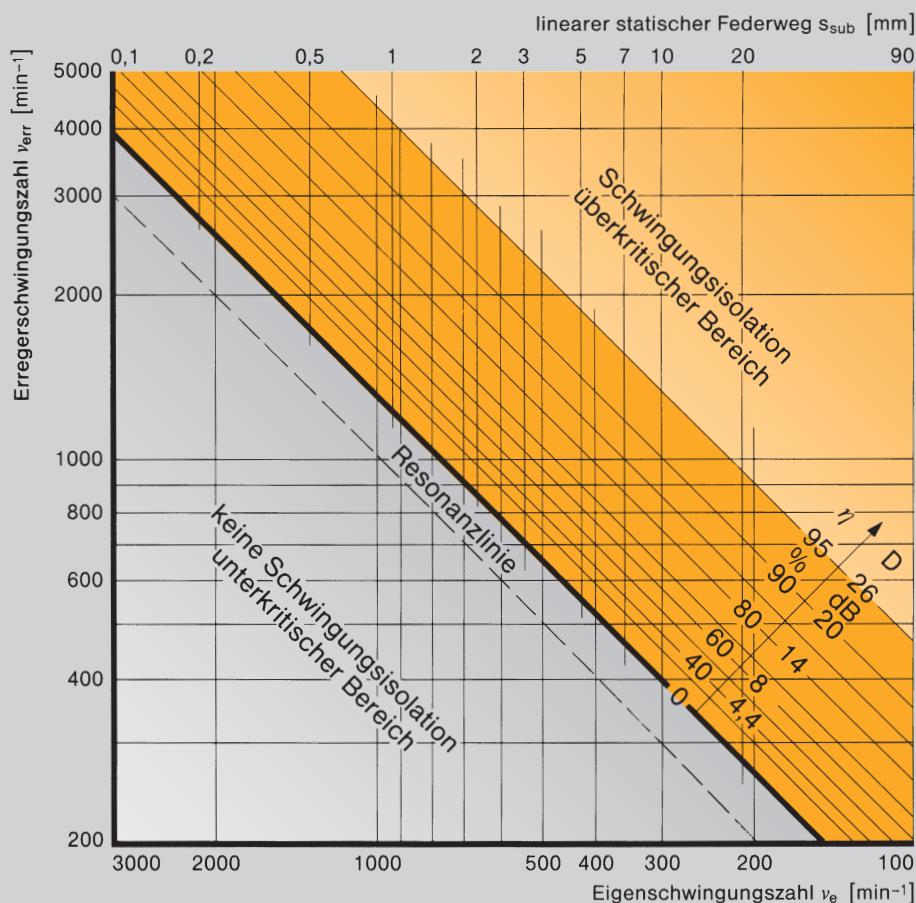
- Im Abschnitt **Produkte und Einsatzbereiche** wählen Sie einen Elementtyp aus, dessen Eigenschaften am besten mit dem Einsatzzweck übereinstimmen. (Siehe Seite 8–13)

4. Im Tabellenabschnitt der gewählten Elementgruppe wählen Sie einen Artikel dessen Federsteifigkeit und max. Belastung in der betrachteten Richtung größer sind als an dem Lagerpunkt auftreten.

- Der tatsächliche Isoliergrad kann abschließend mit folgender Formel berechnet werden:

$$\text{Isoliergrad } \eta = 1 - \frac{1}{\left( \frac{\text{Erregerschwingungszahl } v_{err}}{\text{Eigenschwingungszahl } v_e} \right)^2 - 1}$$

Ausführliche Erläuterungen zur Auslegung von elastischen Lagerungen und Beispiele finden Sie im Abschnitt **Eigenschaften und Theorie**. (Siehe Seite 79–103)



# Hinweise für die Benutzung des Kataloges

## Technische Angaben

Die Produktbeschreibungen innerhalb dieses Kataloges enthalten die folgenden Angaben.

### Abmessungen

Die Abmessungen der Artikel sind entweder direkt in den Artikelzeichnungen oder bei bauähnlichen Teilen in der Tabelle aufgeführt.

### Federsteifigkeiten

Die Federsteifigkeiten beziehen sich jeweils auf die drei Raumrichtungen. Bei stoßbeanspruchten Elementen sind die Angaben in Form von Kraft- und Energie-Weg-Diagrammen abgebildet.

### Max. Belastungen

Die maximalen Belastungen beziehen sich auf die statische Last, die durch die dynamischen Kräfte überlagert werden dürfen. In Sonderfällen können nach Rückfrage höhere Lasten zugelassen werden.

### Masse

Die Masse bezieht sich jeweils auf einen Artikel und ist eine Richtgröße.

### Elastomer

Als Standardelastomer wird bei den SCHWINGMETALL®-Produkten Naturkautschuk in den jeweils angegebenen Härten verwendet. Im Falle der Verwendung anderer Elastomere, wird der entsprechende Elastomertyp gesondert aufgeführt.

### Form-Nr.

Die Formnummer beschreibt die Geometrie des Artikels.

### Artikel-Nr.

Für die Bestellung benötigen Sie die Artikelnummer, da mit ihr die Geometrie, der Elastomertyp und die Härte definiert werden.

### Belastungsrichtungen

Für jedes Element sind die in den Tabellen verwendeten Belastungsrichtungen graphisch abgebildet. Die jeweils dritte Richtung steht senkrecht auf den beiden gezeigten. Ist nur eine Belastungsrichtung angegeben, so sollte der Artikel vorwiegend in dieser Richtung belastet werden.

## Bestellhinweise

Das SCHWINGMETALL®-Produktprogramm deckt einen sehr breiten Anwendungsbereich ab und wird in die Produktklassen Classic, Classic Plus und Premium eingeteilt.

Bitte beachten Sie die folgenden Hinweise bei der Hereingabe Ihrer Anfrage oder Bestellung.

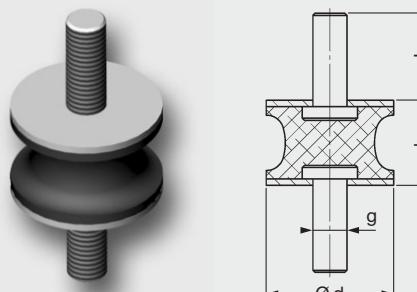
Bei Anfragen und Bestellungen von Standardprodukten wird die Artikel-Nummer benötigt. Ergänzend sollten folgende Angaben gemacht werden:

- Produktbezeichnung
- Formnummer
- Elastomer-Härte

Für besondere Einsatzfälle stehen spezielle Elastomer-Härten und/oder -Werkstoffe (z.B. Chloropren oder Nitril-Kautschuk) zur Verfügung. Auch Sonderausführungen der Metallteile können berücksichtigt werden. Liefermöglichkeiten für diese Anfertigungsware auf Anfrage. ContiTech Vibration Control fertigt auch Sonderteile im Kundenauftrag. Sprechen Sie bitte unseren Vertrieb an.

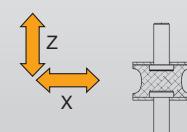
## Onlinekatalog

Weitere Informationen und Berechnungstools finden Sie in unserem Onlinekatalog unter [www.schwingmetall.com](http://www.schwingmetall.com)



Puffer Typ AK													
Abmessungen				Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
d [mm]	h [mm]	l [mm]	g	C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]	Stück [kg]			
20	15	19,0	M6	11	11	48	350	350	290	0,017	40	58302	3916408000

### Belastungsrichtungen



Hinweise  
für die  
Benutzung  
des  
Kataloges

■ Produkte und Einsatzbereiche

8 – 13

**SCHWINGMETALL® Classic**

► Puffer

14 – 23



► Schienen

24 – 27



► Anschlüsse

28 – 35



**SCHWINGMETALL® Classic Plus**

► Konuslager

36 – 39



► Topfelemente

40 – 45



► Flanschelemente

46 – 47



► Schräglager

48 – 57



► Torsionselemente

58 – 61



► Spezialelemente

62 – 67



**SCHWINGMETALL® Premium**

► Hydrolager

68 – 77



■ Eigenschaften von SCHWINGMETALL® und Theorie

78 – 103

## Schwingungstechnische Lösungen – von der Systemauslegung bis zur Produktfertigung



### Standardprodukte sorgen für wirtschaftliche Lösungen

Unsere Gummi-Metall-Verbindungen dämmen Erschütterungen und Körperschall, isolieren Maschinenschwingungen, reduzieren Beschleunigungen und schützen vor Lärm. Optimale Werkstoffauswahl und modernste Fertigungsverfahren gewährleisten wirtschaftlich überzeugende, bedarfsgerechte Produktlösungen, welche

die unterschiedlichsten Anforderungen der Fahrzeugindustrie sowie des Maschinen- und Apparatebaus erfüllen. Das SCHWINGMETALL®-Produktprogramm umfasst über 500 Standardelemente. So können auch besondere Anforderungen schnell erfüllt werden.

### SCHWINGMETALL® Classic

Die langjährig erprobten Basisprodukte von anerkannter Qualität, z.B. Puffer. Sie sind funktional, flexibel und universell einsetzbar, wenn es um federnde Lagerungen von kleinen bis mittleren Massen in allen Bereichen des Maschinen-, Apparate- und Motorenbaus geht. Zahlreiche Größen und Ausführungen mit unterschiedlichen Metallteilanschlüssen ergeben freie Konstruktionsmöglichkeiten mit vielseitigen Anwendungen.

### SCHWINGMETALL® Classic Plus

Die technisch hochwertigen Produkte mit Zusatznutzen, z.B. Kombielemente. Sie erhöhen die Funktionalität und bringen Extranutzen, wenn's um Schräglagerungen mit Querkräften geht: Bei Eigenfrequenzen bis 3,7 Hz weisen sie eine sehr gute Stabilität der gelagerten Masse in Querrichtung auf. Dazu werden sie maschinen- und fundamentseitig verschraubt. So erfüllen sie auch besondere Anforderungen, z.B. gleiche Federwerte in Hoch- und Querrichtung.

### SCHWINGMETALL® Premium

Die Produkte und Module mit anspruchsvollen Eigenschaften und Funktionen, z. B. Hydrolager. Sie sorgen für zuverlässige Lösungen auf höchstem technischen Niveau, wenn es um federnde Lagerungen in allen Bereichen des Maschinen-, Apparate- und Motorenbaus geht. Sie sind für Aggregate und Apparate mit kontinuierlichen und stoßartigen Erregerkräften geeignet. Sie schränken die Weiterleitung von Schwingungen bei z. B. Motor-, Kabinen- und Getriebelagerungen auf ein Minimum ein und haben außerordentlich gute Dämpfungseigenschaften.



## Produkte und Einsatzbereiche **SCHWINGMETALL® Classic**

SCHWINGMETALL® Puffer				
	werden bevorzugt zur federnden Lagerung kleiner bis mittlerer Massen in allen Bereichen des Maschinen-, Apparate- und Motorbaus eingesetzt. Zahlreiche Größen und Ausführungen mit unterschiedlichen Metallteilanschlüssen ergeben freie Konstruktionsmöglichkeiten mit vielseitigen Anwendungen.			
Ausführung A, B, C	Vielseitig einsetzbare Standardelemente für normale Anforderungsprofile. Auf Druck und Schub belastbar. Unterschiedliche Metallteilanschlüsse für freie Konstruktionsmöglichkeiten.	Traglast je Element <sup>1)</sup> von 5 kg	Eigenschwingungszahl <sup>2)</sup> bis 1700 kg	ab 300 min <sup>-1</sup>
Ausführung AK	Für große Massen bei kleinen Abmessungen.	30 kg	450 kg	300 min <sup>-1</sup>
Ausführung D, S	Zur befestigungslosen Aufstellung von Aggregaten mit geringen Erregerkräften.	90 kg	400 kg	300 min <sup>-1</sup>

SCHWINGMETALL® Schienen (Ausführung 1 und 2)				
	eignen sich besonders zur federnden Lagerung von schweren und schwersten Maschinen, Aggregaten und Fundamenten. Ein praxisgerecht abgestuftes Programm ermöglicht individuelle Programmlösungen. Die Schienenlängen können den jeweiligen Belastungen angepasst werden. Dadurch eignen sich SCHWINGMETALL® Schienen besonders für Lagerungen mit unterschiedlichen Lasten an den einzelnen Lagerpunkten. Schienenstücke können entsprechend der benötigten Federsteifigkeit abgelängt werden.			
	Traglast je Element <sup>1)</sup> von bis		Eigenschwingungszahl <sup>2)</sup> ab	
Ausführung 1, 2	Universelle Lagerungselemente für sehr große Massen. Lastanpassung durch Wahl der Schienenlängen. Daher gut geeignet für Lagerungen mit asymmetrischer Schwerpunktslage.	160 kg	4000 kg	300 min <sup>-1</sup>
U-Schiene	Mittlere Eigenschwingungszahlen in Hochrichtung bei sehr guter Querstabilität. Lastanpassung durch Wahl der Schienenlängen. Daher gut geeignet für Lagerungen mit asymmetrischer Schwerpunktslage.	20 kg	150 kg	360 min <sup>-1</sup>

1) Die Massen gelten für die maximalen Auslastungen. 2) Die Eigenschwingungszahlen gelten für die niedrigste Standard-Elastomer-Härte unter maximaler Last

## SCHWINGMETALL® Classic

### SCHWINGMETALL® Anschlüsse



werden in Verbindung mit federnden Lagerungen zur Begrenzung von Schwingungsausschlägen eingesetzt. Spezielle Ausführungen eignen sich zum weichen Abfangen von bewegten Massen mit großer Bewegungsenergie.

Anschlagpuffer	Anschlagelement mit mittleren Federwegen zur Aufnahme mittlerer Energien.
Anschlagschiene	Anschlagelement zur Aufnahme großer Energien bei hohen Endkräften.
Parabelfeder	Anschlagelement mit weichem Kennlinienanlauf. Große Federwege und hohe Endkräfte für große Energieaufnahmen.

## SCHWINGMETALL® Classic Plus

### SCHWINGMETALL® Konuslager



sind universell einsetzbare Aggregatelagerungen für mittlere Lasten. Durch die hohen Radialsteifigkeiten, bezogen auf die axialen Steifigkeiten wird eine gute Querstabilität erreicht. Mit entsprechenden Scheiben ergänzt, verfügen diese Lager über Endanschläge bzw. Abreißsicherung.

	Traglast je Element <sup>1)</sup> von                    bis	Eigenschwingungszahl <sup>2)</sup> ab
Axial große Federwege bei radial guter Führung, geeignet für mittlere Lasten.	20 kg      500 kg	390 min <sup>-1</sup>

### SCHWINGMETALL® Topfelemente

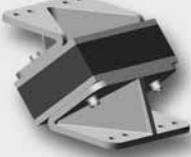


lösen das Problem der niveauregulierten, befestigungslosen Lagerung von Maschinen und Aggregaten. Mit ihrer Niveauregulierung lassen sich Maschinen und Aggregate höhengenau ausrichten. Die Unterlegmatte erlaubt eine befestigungslose Aufstellung ohne jede Verankerung, bei geringen bis mittleren Querkräften.

	Traglast je Element <sup>1)</sup> von                    bis	Eigenschwingungszahl <sup>2)</sup> ab
Topfelemente	Hochbelastbare Federelemente. Fast gleiche Federwerte in Hoch- und Querrichtung.	30 kg      2000 kg      430 min <sup>-1</sup>
Topfelemente Serie AS	Topf-Element mit Abreißsicherung und quadratischem Flansch mit 4 Basisbefestigungen.	150 kg      1000 kg      430 min <sup>-1</sup>
Topfelemente Serie C	Topfelement in rechteckiger Bauform mit 2 Basisbefestigungen.	30 kg      750 kg      380 min <sup>-1</sup>

<sup>1)</sup> Die Massen gelten für die maximalen Auslastungen. <sup>2)</sup> Die Eigenschwingungszahlen gelten für die niedrigste Standard-Elastomer-Härte unter maximaler Last

## SCHWINGMETALL® Classic Plus

SCHWINGMETALL® Flanschelemente			
		Traglast je Element <sup>1)</sup> von bis	Eigenschwingungszahl <sup>2)</sup> ab
	stellen für mittlere Massen eine einfach zu realisierende und robuste Lagerung dar. Mit den notwendigen Anschlagscheiben auf Ober- und Unterseite ist die Ausreißsicherheit gewährleistet. Die Anschlagscheiben gehören nicht zum Lieferumfang.		
SCHWINGMETALL® Schräglager			
	mit Puffern oder Schienen sind konstruiert für Schräglagerungen mit Eigenfrequenzen bis 3,7 Hz bei sehr guter Querstabilität. Ausführungen für Belastungen von 100 kg bis 4500 kg je Element ermöglichen Kombinationen für Auflagermassen jeder Größe bei variabler und einfacher Montage. <b>Montagehinweis:</b> Schräglagerungen verursachen infolge der Keilwirkung Querkkräfte, die vom Fundament aufgenommen werden müssen. Die Querkraft je Element kann maximal gleich der Vertikalkraft sein ( $F_{Qmax} = F_H$ ).		
		Traglast je Element <sup>1)</sup> von bis	Eigenschwingungszahl <sup>2)</sup> ab
Kombielement mit Puffer	Gleiche Federungseigenschaften in Hoch- und Querrichtung. Niedrige Eigenschwingungszahlen. Sehr gute Stabilität der gelagerten Masse in Querrichtung.	100 kg 400 kg	220 min <sup>-1</sup>
Kombielement mit Schiene	Gleiche Federungseigenschaften in Hoch- und Querrichtung. Niedrige Eigenschwingungszahlen. Sehr gute Stabilität der gelagerten Masse in Querrichtung. Deutlich höhere Traglast als Kombielement mit Puffer.	750 kg 4500 kg	220 min <sup>-1</sup>
Schrägschienen	Gleiche Federeigenschaften in Hoch- und Querrichtung. Niedrige Eigenschwingungszahlen. Sehr gute Stabilität der gelagerten Masse in Querrichtung.	250 kg 900 kg	250 min <sup>-1</sup>

<sup>1)</sup> Die Massen gelten für die maximalen Auslastungen. <sup>2)</sup> Die Eigenschwingungszahlen gelten für die niedrigste Standard-Elastomer-Härte unter maximaler Last

# SCHWINGMETALL® Classic Plus

## SCHWINGMETALL® Torsionselemente

### Ringelemente



Der vierteilige Außenring des Ringelementes wird in eine Bohrung mit Untermaß eingepresst. Auf diese Weise kann eine Welle, die in der inneren Buchse montiert wird, elastisch gelagert werden.

	Traglast je Element <sup>1)</sup> von                    bis	Eigenschwingungszahl <sup>2)</sup> ab
Vorwiegend für Verdrehbeanspruchung. Auch für axiale Belastung geeignet.	40 kg      190 kg	670 min <sup>-1</sup>

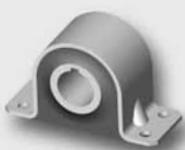
### Torsionsbuchsen



Mit der Torsionsbuchse können Drehmomente stoßfrei übertragen werden. Die Elastizität dieser Buchse erlaubt kleine Fluchtungs- und Winkelfehler der beiden Wellenenden.

	Traglast je Element <sup>1)</sup> von                    bis	Eigenschwingungszahl <sup>2)</sup> ab
Vorwiegend für Verdrehbeanspruchung. Auch für axiale Belastung geeignet.	40 kg      190 kg	670 min <sup>-1</sup>

### Bügelemente



sind geeignet um Wellenenden elastisch auf ebenen Flächen zu befestigen. Das Element erlaubt axiale, radiale, torsionale und kardanische Bewegungen, jeweils mit einer eigenen Federsteifigkeit.

	Traglast je Element <sup>1)</sup> von                    bis	Eigenschwingungszahl <sup>2)</sup> ab
Wartungsfreies, federndes Gelenklager. Einfache Befestigungsmöglichkeit.	80 kg      200 kg	770 min <sup>-1</sup>

<sup>1)</sup> Die Massen gelten für die maximalen Auslastungen. <sup>2)</sup> Die Eigenschwingungszahlen gelten für die niedrigste Standard-Elastomer-Härte unter maximaler Last

SCHWINGMETALL® Classic Plus

1) Die Massen gelten für die maximalen Auslastungen. 2) Die Eigenschwingungszahlen gelten für die niedrigste Standard-Elastomer-Härte unter maximaler Last

SCHWINGMETALL® Premium

**SCHWINGMETALL® Hydrolager**

## **Hydrolager Serie V**



Diese Baugruppe ist für kleine bis mittlere Lasten geeignet und ist besonders interessant, wo neben Vibrationen störende Stöße auftreten und die Eigenschwingungen des Systems rasch abklingen sollen (Beispiel: Kabinenlagerungen von Flurförderzeugen). Dies wird durch die hydraulische Dämpfung erreicht.

		Traglast je Element <sup>1)</sup> von bis	Eigenschwingungszahl <sup>2)</sup> ab
	Lagerungselement mit integrierter hydraulischer Dämpfung. Auch zur Aufnahme von Stoßenergien geeignet.	10 kg 400 kg	370 min <sup>-1</sup>

## **Hydrolager Serie V plus**



Dieses Hydrolager zeichnet sich durch eine integrierte, sehr breitbandige Dämpfung in Hochrichtung aus und dämpft damit Stöße besonders gut ab. Darüber hinaus verfügt es über einen integrierten Zuganschlag. Einsatzschwerpunkte sind die Kabinenlagerung bei Gabelstaplern sowie die Motorlagerung von verschiedensten Industriefahrzeugen, von leichten Gabelstaplern bis hin zu schweren Baumaschinen.

	<b>Traglast je Element<sup>1)</sup></b> von bis	<b>Eigenschwingungszahl<sup>2)</sup></b> ab
Hydrolager V 1500 plus in kompakter Bauweise mit integrierter hydraulischer Dämpfung.	50 kg 250 kg	420 min <sup>-1</sup>

## **Hydrolager Serie K**

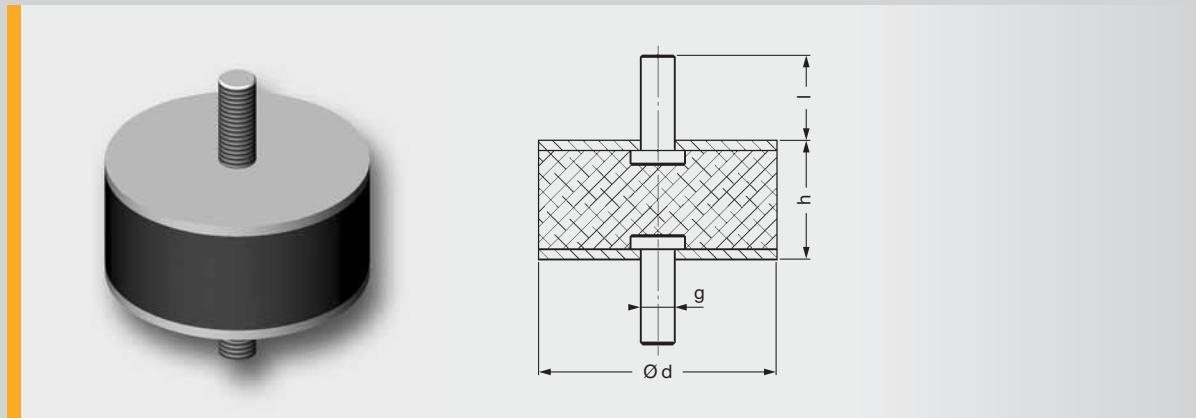


Das robuste und abreißsichere Hydrolager Serie K ist mit seiner hohen Quersteifigkeit und der hydraulischen Dämpfung in Hochrichtung besonders für die Lagerung schwerer Kabinen im Baumaschinenbereich geeignet, bietet sich aber auch zur Lagerung großer Motoren an. Mit gleichen Anschlussmaßen auch ohne hydraulische Dämpfung erhältlich.

	<b>Traglast je Element<sup>1)</sup></b> von bis	<b>Eigenschwingungszahl<sup>2)</sup></b> ab
Zur Lagerung mittlerer Massen bei guter Querstabilität.	100 kg 350 kg	390 min <sup>-1</sup>

1) Die Massen gelten für die maximalen Auslastungen. 2) Die Eigenschwingungszahlen gelten für die niedrigste Standard-Elastomer-Härte unter maximaler Last

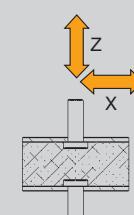
# SCHWINGMETALL® Puffer



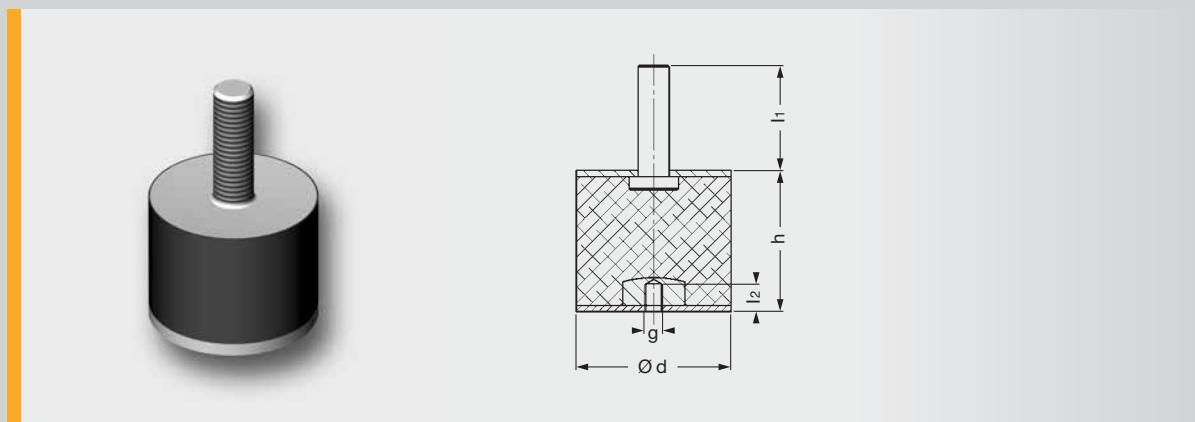
Puffer Typ A												Masze Stück [kg]	Elas- tomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
Abmessungen				Federsteifigkeiten			max. Belastungen								
d [mm]	h [mm]	l [mm]	g	C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]						
15	8	10	M4	11	11	92	35	35	90	0,006	40	21682/A	3911403000		
15	8	10	M4	19	19	170	40	40	125	0,006	55	21682/A	3911203000		
15	8	10	M4	29	29	262	43	43	160	0,006	65	21682/A	3911103000		
15	15	13	M4	5	5	32	35	35	90	0,008	40	25326/A	3911404000		
15	15	13	M4	9	9	62	40	40	125	0,008	55	25326/A	3911204000		
15	15	13	M4	14	14	97	43	43	160	0,008	65	25326/A	3911104000		
15	30	16	M4	1	1	12	34	34	90	0,011	40	25259/A	3911405000		
15	30	16	M4	3	3	23	36	36	100	0,011	55	25259/A	3911205000		
15	30	16	M4	4	4	37	37	37	160	0,011	65	25259/A	3911105000		
20	25	19	M6	5	5	27	60	60	150	0,022	40	31658/A	3911406000		
20	25	19	M6	9	9	53	65	65	180	0,022	55	31658/A	3911206000		
20	25	19	M6	13	13	84	70	70	225	0,022	65	31658/A	3911106000		
25	10	18,5	M6	41	41	651	100	100	250	0,019	40	25388/A	3911407000		
25	10	18,5	M6	77	77	1125	110	110	400	0,019	55	25388/A	3911207000		
25	10	18,5	M6	120	120	1695	120	120	500	0,019	65	25388/A	3911107000		
25	15	18,5	M6	22	22	149	100	100	250	0,022	40	20292a/A	3911408000		
25	15	18,5	M6	41	41	274	110	110	400	0,022	55	20292a/A	3911208000		
25	15	18,5	M6	64	64	423	120	120	420	0,022	65	20292a/A	3911108000		
25	20	18,5	M6	13	13	65	100	100	250	0,025	40	20292/A	3911410000		
25	20	18,5	M6	24	24	126	110	110	350	0,025	55	20292/A	3911210000		
25	20	18,5	M6	37	37	198	120	120	370	0,025	65	20292/A	3911110000		
25	30	18,5	M6	7	7	37	100	100	250	0,029	40	21239/A	3911411000		
25	30	18,5	M6	13	13	72	110	110	300	0,029	55	21239/A	3911211000		
25	30	18,5	M6	20	20	113	120	120	400	0,029	65	21239/A	3911111000		
30	20	20,5	M8	20	20	112	150	150	350	0,047	40	25356/A	3911412000		
30	20	20,5	M8	36	36	213	160	160	550	0,047	55	25356/A	3911212000		
30	20	20,5	M8	56	56	331	170	170	650	0,047	65	25356/A	3911112000		
30	30	20,5	M8	10	10	58	150	150	350	0,054	40	31660/A	3911413000		
30	30	20,5	M8	17	17	112	160	160	400	0,054	55	31660/A	3911213000		
30	30	20,5	M8	26	26	176	170	170	600	0,054	65	31660/A	3911113000		
40	30	24,5	M8	19	19	109	250	250	630	0,092	40	20291/A	3911414000		
40	30	24,5	M8	35	35	211	260	260	850	0,092	55	20291/A	3911214000		
40	30	24,5	M8	54	54	330	270	270	1050	0,092	65	20291/A	3911114000		
40	40	24,5	M8	12	12	69	250	250	600	0,104	40	27796/A	3911431000		
40	40	24,5	M8	21	21	135	260	260	730	0,104	55	27796/A	3911231000		
40	40	24,5	M8	32	32	214	270	270	890	0,104	65	27796/A	3911131000		

Puffer Typ A													
Abmessungen				Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse	Elastomer	Form-Nr.	Artikel-Nr.
d [mm]	h [mm]	l [mm]	g	C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]	Stück [kg]	Härte [Shore A]		
50	20	28	M10	60	60	467	400	400	1000	0,140	40	25332/A	3911417000
50	20	28	M10	110	110	858	420	420	1450	0,140	55	25332/A	3911217000
50	20	28	M10	170	170	1321	440	440	2300	0,140	65	25332/A	3911117000
50	30	34	M10	34	34	177	400	400	950	0,165	40	25333/A	3911418000
50	30	34	M10	62	62	343	420	420	1400	0,165	55	25333/A	3911218000
50	30	34	M10	95	95	539	440	440	2000	0,165	65	25333/A	3911118000
50	45	34	M10	20	20	104	392	392	950	0,200	40	27797/A	3911419000
50	45	34	M10	35	35	204	410	410	1300	0,200	55	27797/A	3911219000
50	45	34	M10	54	54	322	430	430	1800	0,200	65	27797/A	3911119000
70	35	25	M10	69	69	423	750	750	1950	0,340	40	20290a/A	3911441000
70	35	25	M10	127	127	793	790	790	2750	0,340	55	20290a/A	3911241000
70	35	25	M10	198	198	1231	830	830	3750	0,340	65	20290a/A	3911141000
70	45	25	M10	47	47	265	750	750	1900	0,382	40	20290/A	3911420000
70	45	25	M10	86	86	507	790	790	2650	0,382	55	20290/A	3911220000
70	45	25	M10	133	133	793	830	830	3600	0,382	65	20290/A	3911120000
70	60	25	M10	31	31	162	750	750	1900	0,445	40	20290b/A	3911442000
70	60	25	M10	56	56	315	790	790	2600	0,445	55	20290b/A	3911242000
70	60	25	M10	86	86	497	830	830	3500	0,445	65	20290b/A	3911142000
75	40	37	M12	62	62	400	900	900	2200	0,445	40	25327/A	3911421000
75	40	37	M12	112	112	751	1000	1000	3500	0,445	55	25327/A	3911221000
75	40	37	M12	173	173	1166	1050	1050	4500	0,445	65	25327/A	3911121000
75	55	37	M12	39	39	214	900	900	2200	0,518	40	25336/A	3911422000
75	55	37	M12	70	70	412	1000	1000	2950	0,518	55	25336/A	3911222000
75	55	37	M12	108	108	647	1050	1050	4050	0,518	65	25336/A	3911122000
100	40	43	M16	130	130	1087	1500	1500	5200	0,910	40	25334/A	3911424000
100	40	43	M16	241	241	1972	1600	1600	7500	0,910	55	25334/A	3911224000
100	40	43	M16	375	375	3021	1700	1700	10500	0,910	65	25334/A	3911124000
100	55	43	M16	73	73	438	1500	1500	4500	1,080	40	25335/A	3911425000
100	55	43	M16	132	132	838	1600	1600	6200	1,080	55	25335/A	3911225000
100	55	43	M16	204	204	1311	1700	1700	8300	1,080	65	25335/A	3911125000
100	75	43	M16	53	53	279	1500	1500	4000	1,253	40	25328/A	3911446000
100	75	43	M16	96	96	540	1600	1600	5800	1,253	55	25328/A	3911246000
100	75	43	M16	149	149	848	1700	1700	7500	1,253	65	25328/A	3911146000

## Belastungsrichtungen



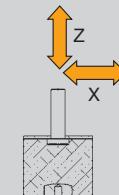
## SCHWINGMETALL® Puffer



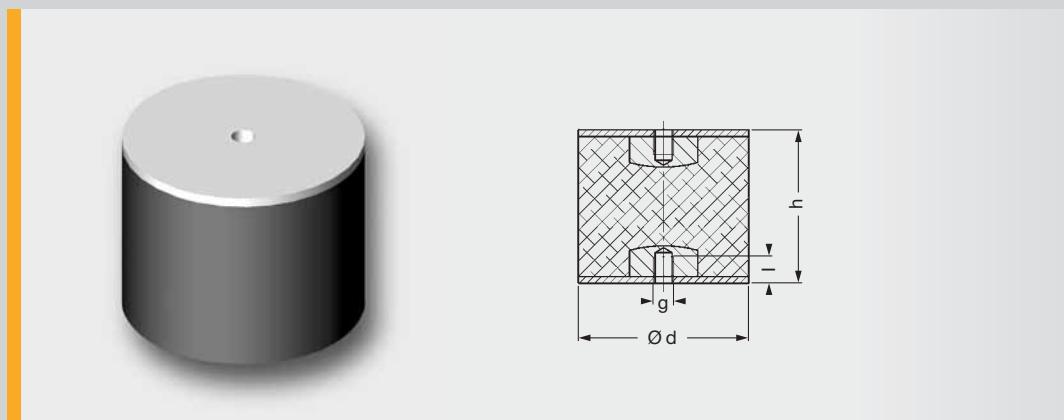
Puffer Typ B										Masse Stück [kg]	Elas- tomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.			
Abmessungen					Federsteifigkeiten			max. Belastungen								
d [mm]	h [mm]	$l_1$ [mm]	$l_2$ [mm]	g	$C_x$ [N/mm]	$C_y$ [N/mm]	$C_z$ [N/mm]	$F_x$ [N]	$F_y$ [N]	$F_z$ [N]						
15	15	13,0	4,5	M4	7	7	41	35	35	90	0,007	40	25326/B	3912404000		
15	15	13,0	4,5	M4	12	12	77	40	40	125	0,007	55	25326/B	3912204000		
15	15	13,0	4,5	M4	19	19	120	43	43	160	0,007	65	25326/B	3912104000		
15	30	16,0	4,5	M4	1	1	13	34	34	90	0,010	40	25259/B	3912405000		
15	30	16,0	4,5	M4	3	3	26	36	36	125	0,010	55	25259/B	3912205000		
15	30	16,0	4,5	M4	4	4	41	37	37	160	0,010	65	25259/B	3912105000		
20	25	19,0	6,0	M6	7	7	39	60	60	150	0,021	40	31658/B	3912406000		
20	25	19,0	6,0	M6	12	12	73	65	65	180	0,021	55	31658/B	3912206000		
20	25	19,0	6,0	M6	19	19	114	70	70	225	0,021	65	31658/B	3912106000		
25	15	18,5	6,0	M6	42	42	250	100	100	250	0,023	40	20292a/B	3912408000		
25	15	18,5	6,0	M6	80	80	445	110	110	400	0,023	55	20292a/B	3912208000		
25	15	18,5	6,0	M6	125	125	676	120	120	500	0,023	65	20292a/B	3912108000		
25	20	18,5	6,0	M6	18	18	74	100	100	250	0,025	40	20292/B	3912410000		
25	20	18,5	6,0	M6	34	34	141	110	110	350	0,025	55	20292/B	3912210000		
25	20	18,5	6,0	M6	53	53	220	120	120	450	0,025	65	20292/B	3912110000		
25	30	18,5	6,0	M6	9	9	37	100	100	250	0,031	40	21239/B	3912411000		
25	30	18,5	6,0	M6	16	16	72	110	110	300	0,031	55	21239/B	3912211000		
25	30	18,5	6,0	M6	24	24	113	120	120	400	0,031	65	21239/B	3912111000		
30	20	20,5	7,0	M8	24	24	112	150	150	350	0,045	40	25356/B	3912412000		
30	20	20,5	7,0	M8	43	43	212	160	160	500	0,045	55	25356/B	3912212000		
30	20	20,5	7,0	M8	67	67	330	170	170	600	0,045	65	25356/B	3912112000		
30	30	30,0	7,0	M8	11	11	66	150	150	350	0,052	40	31660/B	3912413000		
30	30	30,0	7,0	M8	20	20	126	160	160	420	0,052	55	31660/B	3912213000		
30	30	30,0	7,0	M8	31	31	196	170	170	600	0,052	65	31660/B	3912113000		
40	30	24,5	7,0	M8	25	25	140	250	250	630	0,084	40	20291/B	3912414000		
40	30	24,5	7,0	M8	46	46	262	260	260	850	0,084	55	20291/B	3912214000		
40	30	24,5	7,0	M8	71	71	406	270	270	1050	0,084	65	20291/B	3912114000		
40	40	24,5	7,0	M8	13	13	79	250	250	600	0,096	40	27796/B	3912431000		
40	40	24,5	7,0	M8	23	23	151	260	260	730	0,096	55	27796/B	3912231000		
40	40	24,5	7,0	M8	36	36	238	270	270	890	0,096	65	27796/B	3912131000		

Puffer Typ B														
Abmessungen					Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse	Elastomer	Form-Nr.	Artikel-Nr.
d [mm]	h [mm]	l <sub>1</sub> [mm]	l <sub>2</sub> [mm]	g	C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]	Stück [kg]	Härte [Shore A]		
50	20	28,0	8,8	M10	71	71	938	400	400	1000	0,122	40	25332/B	3912417000
50	20	28,0	8,8	M10	132	132	1645	420	420	1450	0,122	55	25332/B	3912217000
50	20	28,0	8,8	M10	206	206	2486	440	440	2300	0,122	65	25332/B	3912117000
50	30	34,0	8,8	M10	40	40	201	400	400	950	0,150	40	25333/B	3912418000
50	30	34,0	8,8	M10	74	74	384	420	420	1400	0,150	55	25333/B	3912218000
50	30	34,0	8,8	M10	115	115	600	440	440	1800	0,150	65	25333/B	3912118000
50	45	34,0	8,8	M10	20	20	104	390	390	950	0,180	40	27797/B	3912419000
50	45	34,0	8,8	M10	35	35	204	410	410	1300	0,180	55	27797/B	3912219000
50	45	34,0	8,8	M10	54	54	322	430	430	1800	0,180	65	27797/B	3912119000
70	45	25,0	8,8	M10	47	47	265	750	750	1900	0,347	40	20290/B	3912420000
70	45	25,0	8,8	M10	86	86	507	790	790	2650	0,347	55	20290/B	3912220000
70	45	25,0	8,8	M10	133	133	793	830	830	3600	0,347	65	20290/B	3912120000
75	40	37,0	11,5	M12	62	62	400	900	900	2200	0,419	40	25327/B	3912421000
75	40	37,0	11,5	M12	112	112	751	1000	1000	3500	0,419	55	25327/B	3912221000
75	40	37,0	11,5	M12	173	173	1166	1050	1050	4500	0,419	65	25327/B	3912121000
75	55	37,0	11,5	M12	46	46	242	900	900	2200	0,487	40	25336/B	3912422000
75	55	37,0	11,5	M12	84	84	461	1000	1000	2950	0,487	55	25336/B	3912222000
75	55	37,0	11,5	M12	130	130	720	1050	1050	4050	0,487	65	25336/B	3912122000
100	40	43,0	17,0	M16	156	156	1359	1500	1500	5200	0,889	40	25334/B	3912424000
100	40	43,0	17,0	M16	290	290	2427	1600	1600	7500	0,889	55	25334/B	3912224000
100	40	43,0	17,0	M16	453	453	3695	1650	1650	10500	0,889	65	25334/B	3912124000
100	55	43,0	17,0	M16	86	86	496	1500	1500	4500	1,026	40	25335/B	3912425000
100	55	43,0	17,0	M16	158	158	937	1600	1600	6200	1,026	55	25335/B	3912225000
100	55	43,0	17,0	M16	246	246	1458	1700	1700	8300	1,026	65	25335/B	3912125000
100	75	43,0	17,0	M16	53	53	279	1500	1500	4000	1,200	40	25328/B	3912446000
100	75	43,0	17,0	M16	96	96	540	1600	1600	5800	1,200	55	25328/B	3912246000
100	75	43,0	17,0	M16	149	149	848	1700	1700	7500	1,200	65	25328/B	3912146000

## Belastungsrichtungen



## SCHWINGMETALL® Puffer

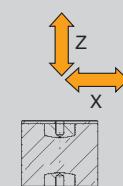


Puffer Typ C												Masse Stück [kg]	Elas- tomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
Abmessungen				Federsteifigkeiten			max. Belastungen								
d [mm]	h [mm]	l [mm]	g	C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]						
13	26	5,0	M4	2	2	13	25	25	65	0,009	40	21887/C	3913402000		
13	26	5,0	M4	3	3	25	27	27	80	0,009	55	21887/C	3913202000		
13	26	5,0	M4	4	4	40	29	29	110	0,009	65	21887/C	3913102000		
15	15	4,5	M4	13	13	68	35	35	90	0,007	40	25326/C	3913404000		
15	15	4,5	M4	24	24	125	40	40	125	0,007	55	25326/C	3913204000		
15	15	4,5	M4	37	37	190	43	43	160	0,007	65	25326/C	3913104000		
20	25	6,0	M6	8	8	39	60	60	150	0,020	40	31658/C	3913406000		
20	25	6,0	M6	14	14	73	65	65	180	0,020	55	31658/C	3913206000		
20	25	6,0	M6	22	22	114	70	70	225	0,020	65	31658/C	3913106000		
30	20	7,0	M8	30	30	230	150	150	400	0,042	40	25356/C	3913412000		
30	20	7,0	M8	56	56	410	160	160	500	0,042	55	25356/C	3913212000		
30	20	7,0	M8	87	87	626	170	170	650	0,042	65	25356/C	3913112000		
30	30	7,0	M8	13	13	74	150	150	350	0,051	40	31660/C	3913413000		
30	30	7,0	M8	24	24	139	160	160	420	0,051	55	31660/C	3913213000		
30	30	7,0	M8	37	37	217	170	170	600	0,051	65	31660/C	3913113000		
40	30	7,0	M8	29	29	189	250	250	630	0,072	40	20291/C	3913414000		
40	30	7,0	M8	54	54	346	260	260	850	0,072	55	20291/C	3913214000		
40	30	7,0	M8	83	83	533	270	270	1050	0,072	65	20291/C	3913114000		
40	40	7,0	M8	14	14	89	250	250	600	0,090	40	27796/C	3913415000		
40	40	7,0	M8	25	25	168	260	260	730	0,090	55	27796/C	3913215000		
40	40	7,0	M8	39	39	263	270	270	890	0,090	65	27796/C	3913115000		
50	45	8,8	M10	23	23	119	390	390	950	0,169	40	27797/C	3913419000		
50	45	8,8	M10	42	42	228	410	410	1300	0,169	55	27797/C	3913219000		
50	45	8,8	M10	65	65	358	430	430	1800	0,169	65	27797/C	3913119000		
70	45	8,8	M10	71	71	529	750	750	1900	0,317	40	20290/C	3913420000		
70	45	8,8	M10	132	132	953	790	790	2650	0,317	55	20290/C	3913220000		
70	45	8,8	M10	207	207	1457	830	830	3600	0,317	65	20290/C	3913120000		
75	55	11,5	M12	55	55	272	900	900	2200	0,455	40	25336/C	3913422000		
75	55	11,5	M12	101	101	512	1000	1000	2950	0,455	55	25336/C	3913222000		
75	55	11,5	M12	157	157	796	1050	1050	4050	0,455	65	25336/C	3913122000		

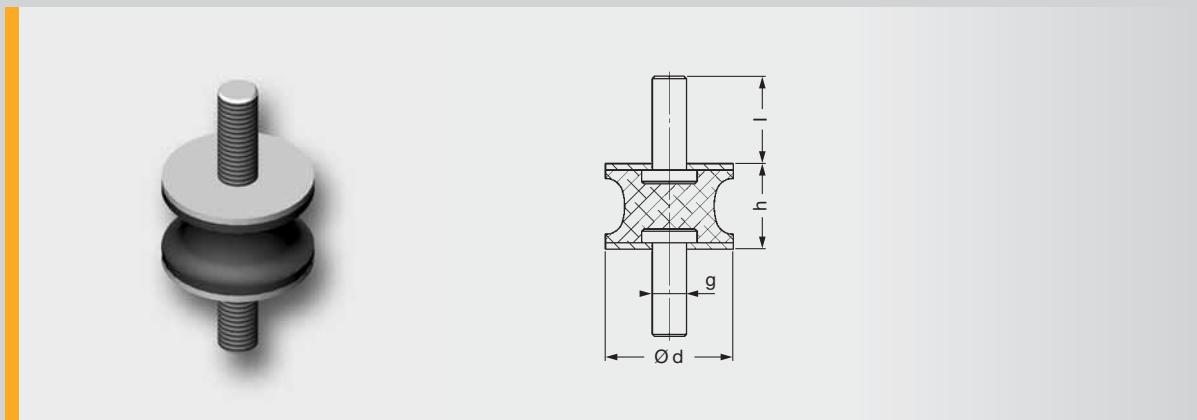
**Puffer Typ C**

Abmessungen				Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse	Elastomer	Form-Nr.	Artikel-Nr.
d [mm]	h [mm]	l [mm]	g	C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]	Stück [kg]	Härte [Shore A]		
100	55	17,0	M16	103	103	561	1700	1700	4500	0,990	40	25335/C	3913425000
100	55	17,0	M16	191	191	1045	1900	1900	6200	0,990	55	25335/C	3913225000
100	55	17,0	M16	297	297	1619	2100	2100	8300	0,990	65	25335/C	3913125000
100	75	17,0	M16	53	53	279	1500	1500	4000	1,165	40	25328/C	3913426000
100	75	17,0	M16	96	96	540	1600	1600	5800	1,165	55	25328/C	3913226000
100	75	17,0	M16	149	149	848	1700	1700	7500	1,165	65	25328/C	3913126000
150	55	20,0	1)	216	216	1948	3500	3500	11000	2,500	40	31475/C	3913427000
150	55	20,0	1)	398	398	3511	3750	3750	16000	2,500	55	31475/C	3913227000
150	55	20,0	1)	621	621	5363	4000	4000	21000	2,500	65	31475/C	3913127000
150	75	20,0	1)	139	139	858	3500	3500	9500	2,950	40	25303/C	3913428000
150	75	20,0	1)	254	254	1613	3750	3750	14500	2,950	55	25303/C	3913228000
150	75	20,0	1)	395	395	2507	4000	4000	19000	2,950	65	25303/C	3913128000
200	100	20,0	1)	160	160	929	6000	6000	17500	5,920	40	25329/C	3913429000
200	100	20,0	1)	291	291	1802	6400	6400	25000	5,920	55	25329/C	3913229000
200	100	20,0	1)	451	451	2834	6800	6800	33500	5,920	65	25329/C	3913129000

1) geeignet für Gewinde bis M20; Butzendurchmesser 40 mm

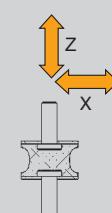
**Belastungsrichtungen**


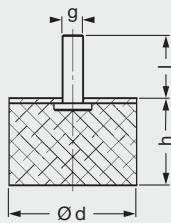
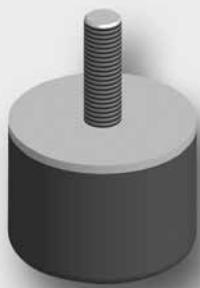
## SCHWINGMETALL® Puffer



Puffer Typ AK												Form-Nr.	Artikel-Nr.
Abmessungen				Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse	Elastomer		
d [mm]	h [mm]	l [mm]	g	C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]	Stück [kg]	Härte [Shore A]		
20	15	19,0	M6	11	11	48	350	350	290	0,017	40	58302	3916408000
20	15	19,0	M6	19	19	99	50	50	320	0,017	55	58302	3916208000
20	15	19,0	M6	30	30	154	60	60	420	0,017	65	58302	3916108000
30	20	20,5	M8	13	13	92	60	60	580	0,042	40	58236	3916416000
30	20	20,5	M8	23	23	180	90	90	720	0,042	55	58236	3916216000
30	20	20,5	M8	36	36	275	105	105	900	0,042	65	58236	3916116000
50	30	34,0	M10	18	18	134	120	120	1450	0,146	40	58237	3916424000
50	30	34,0	M10	32	32	272	250	250	1800	0,146	55	58237	3916224000
50	30	34,0	M10	49	49	406	270	270	2200	0,146	65	58237	3916124000
75	40	37,0	M12	33	33	295	350	350	3900	0,386	40	58238	3916430000
75	40	37,0	M12	59	59	530	600	600	4500	0,386	55	58238	3916230000
75	40	37,0	M12	91	91	834	650	650	5000	0,386	65	58238	3916130000

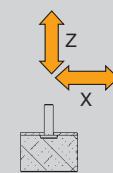
Belastungsrichtungen



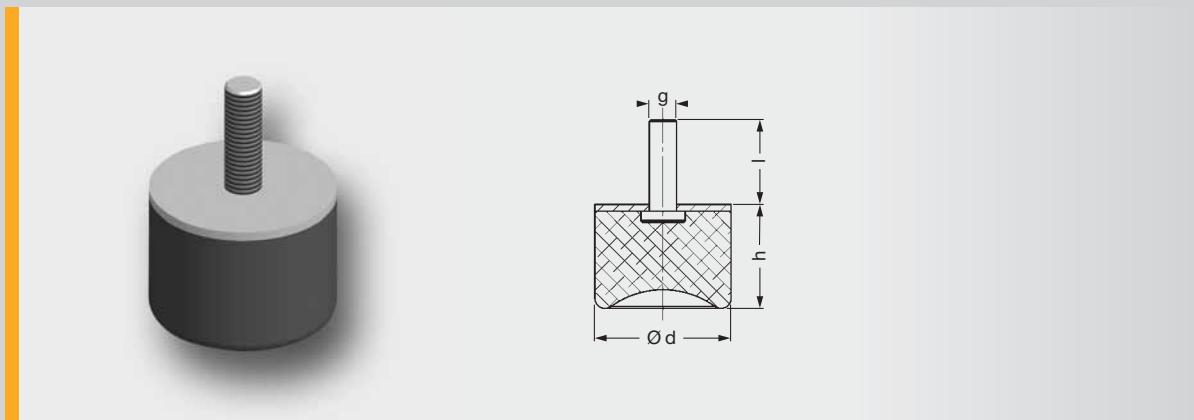

**Puffer Typ D**

Abmessungen				Federsteifigkeiten			max. Belastung	Masse Stück [kg]	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
d [mm]	h [mm]	l [mm]	g	C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>z</sub> [N]				
15	13	13,0	M4	10	10	61	110	0,005	55	25326/D	3917204000
15	28	16,0	M4	2	2	23	90	0,008	55	25259/D	3917205000
20	23	19,0	M6	9	9	53	150	0,015	55	31658/D	3917206000
25	8	18,5	M6	79	79	1038	400	0,011	55	25388/D	3917207000
25	13	18,0	M6	43	43	281	325	0,014	55	20292a/D	3917208000
25	18	18,0	M6	25	25	113	250	0,017	55	20292/D	3917210000
25	28	18,5	M6	13	13	69	250	0,022	55	21239/D	3917211000
30	28	20,5	M8	17	17	112	350	0,037	55	31660/D	3917213000
40	28	28,0	M8	37	37	209	650	0,064	55	20291/D	3917214000
40	38	24,5	M8	22	22	134	600	0,077	55	27796/D	3917231000
50	17	28,0	M10	114	114	844	1400	0,084	55	25332/D	3917217000
50	28	34,0	M10	64	64	339	1200	0,109	55	25333/D	3917218000
50	42	34,0	M10	36	36	201	1000	0,140	55	27797/D	3917219000
70	42	25,0	M10	81	81	449	2000	0,278	55	20290/D	3917220000
75	36	37,0	M12	114	114	742	2500	0,300	55	25327/D	3917221000
75	51	37,0	M12	72	72	407	2300	0,380	55	25336/D	3917222000
100	36	43,0	M16	254	254	1956	5500	0,584	55	25334/D	3917224000
100	50	43,0	M16	136	136	825	4400	0,720	55	25335/D	3917225000

## Belastungsrichtungen

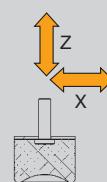


## SCHWINGMETALL® Puffer



Puffer Typ S											
Abmessungen				Federsteifigkeiten			max. Belastung	Masse Stück [kg]	Elas- tomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
d [mm]	h [mm]	l [mm]	g	C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>z</sub> [N]				
15	14,0	13,0	M4	8	8	47	100	0,005	55	25326/S	3919204000
20	23,5	23,5	M6	10	10	63	150	0,015	55	31658/S	3919206000
25	18,5	18,5	M6	21	21	95	250	0,017	55	20292/S	3919210000
30	28,5	20,5	M8	13	13	81	350	0,037	55	31660/S	3919213000
40	28,5	24,5	M8	25	25	131	600	0,061	55	20291/S	3919214000
50	28,0	34,0	M10	43	43	208	1000	0,106	55	25333/S	3919218000
70	43,0	25,0	M10	57	57	295	1900	0,264	55	20290/S	3919220000
75	37,0	43,0	M12	64	64	366	2200	0,292	55	25327/S	3919221000
100	50,0	43,0	M16	93	93	513	4100	0,690	55	25335/S	3919225000

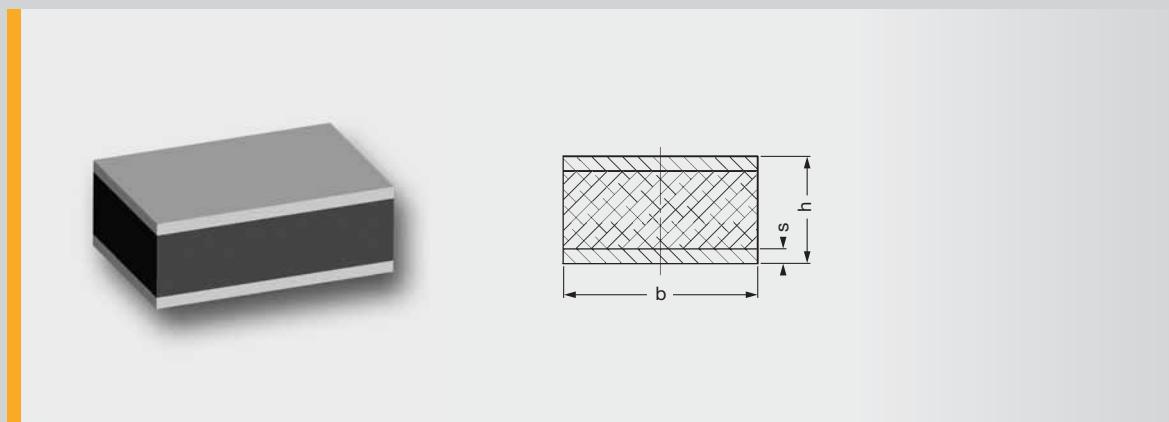
Belastungsrichtungen





Puffer

## SCHWINGMETALL® Schienen



Schiene Typ 1												
Abmessungen				Federsteifigkeiten <sup>1)</sup>		max. Belastungen <sup>1)</sup>		min. Eigenschwingungszahl <sup>2)</sup>	Masse	Elastomer	Form-Nr.	Artikel-Nr.
b [mm]	h [mm]	Länge [mm]	s [mm]	C <sub>x,y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x,y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]	v <sub>e</sub> min <sup>-1</sup>	Stück [kg]	Härte [Shore A]		
40	20	2000	5	27	452	100	350	1077	6,92	55	20301	3973201000
40	35	2000	10	21	209	100	300	790	13,77	55	25319a	3974202000
40	40	2000	10	18	115	100	220	683	14,21	55	25319f	3974251000
40	45	2000	10	12	79	100	200	591	14,65	55	25319	3974203000
40	50	2000	10	11	63	100	200	528	15,09	55	25319g	3974252000
50	35	2000	10	24	275	125	400	782	17,72	55	25081b	3974204000
50	45	2000	10	14	121	125	320	583	18,81	55	25081a	3974205000
50	55	2000	10	10	67	120	250	488	19,91	55	25081	3974206000
50	60	2000	10	8	53	110	250	436	20,25	55	25080a	■
50	70	2000	10	6	38	100	250	371	21,55	55	25080	3974208000
60	35	2000	10	29	549	150	550	946	20,44	55	25320	■
60	60	2000	10	10	76	135	300	475	23,58	55	25213a	■
60	80	2000	10	6	42	120	300	355	26,45	55	25213	■
70	30	2000	10	56	1263	180	650	1316	23,55	55	20300	3974213000
70	45	2000	10	24	260	180	520	669	25,84	55	25082a	3974215000
70	50	2000	10	20	157	180	400	590	26,61	55	25082c	3974254000
70	55	2000	10	17	124	175	350	563	27,37	55	25082	3974216000
70	65	2000	10	13	75	175	350	438	28,91	55	25082d	3974255000
70	80	2000	10	8	53	144	350	370	31,20	55	25321	3974217000
80	45	2000	10	22	327	200	650	670	29,75	55	25323a	■
80	80	2000	10	9	71	162	400	399	35,96	55	25323	■
100	45	2000	15	53	1376	240	800	1241	49,37	55	20299	3975222000
100	55	2000	15	30	605	225	800	823	51,65	55	25079b	■
100	60	2000	15	26	372	225	730	675	52,65	55	25079	3975224000
100	65	2000	15	22	267	225	650	605	53,86	55	24472b	■
100	70	2000	15	19	195	225	600	539	54,84	55	24472a	3975226000
100	75	2000	15	16	141	215	550	480	55,93	55	24472d	3975256000
100	80	2000	15	14	122	210	500	466	57,02	55	24472	3975227000
100	90	2000	15	12	84	200	500	388	59,20	55	24472c	3975257000

1) Die angegebenen Steifigkeiten und maximalen Belastungen beziehen sich auf ein Schienenstück mit 10 mm Länge.

2) Die minimalen Eigenschwingungszahlen beziehen sich auf die maximalen Belastungen.

■ Anfertigungsware

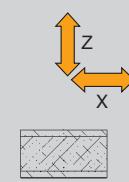
**Schiene Typ 1**

Abmessungen				Feder- steifigkeiten <sup>1)</sup>		max. Belastungen <sup>1)</sup>		min. Eigen- schwingungszahl <sup>2)</sup>		Masse	Elasto- mer	Form-Nr.	Artikel-Nr.
b [mm]	h [mm]	Länge [mm]	s [mm]	C <sub>x,y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x,y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]	γ <sub>e</sub> min <sup>-1</sup>	Stück [kg]	Härte [Shore A]			
120	45	2000	15	55	1338	260	900	1155	62,14	55	21422b	■	
120	60	2000	15	37	554	260	900	743	66,50	55	21422a	■	
120	70	2000	15	24	266	260	750	563	69,87	55	21422	■	
150	50	2000	15	70	1573	420	1000	1186	77,48	55	21055b	■	
150	60	2000	15	40	809	380	920	886	80,66	55	21055a	3975232000	
150	80	2000	15	28	310	380	840	575	87,21	55	21055	3975233000	
150	100	2000	15	19	142	380	760	408	93,76	55	58394	3975234000	
200	70	2000	15	48	902	560	1600	710	121,50	55	38417c	3975261000	
200	90	2000	15	31	350	560	1480	460	130,30	55	38417b	3975260000	
200	100	2000	15	27	218	560	1360	379	134,70	55	38417	3975236000	
200	110	2000	15	23	191	550	1240	371	139,10	55	38417a	3975259000	

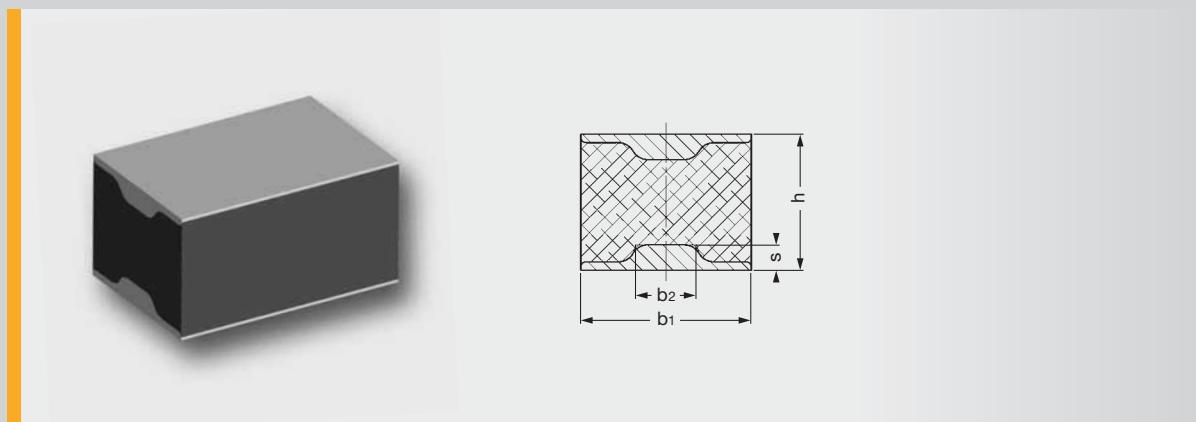
1) Die angegebenen Steifigkeiten und maximalen Belastungen beziehen sich auf ein Schienenstück mit 10 mm Länge.

■ Anfertigungsware

2) Die minimalen Eigenschwingungszahlen beziehen sich auf die maximalen Belastungen.

**Belastungsrichtungen**


# SCHWINGMETALL® Schienen



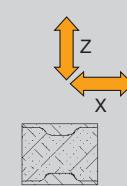
Schiene Typ 2														
Abmessungen					Federsteifigkeiten <sup>1)</sup>		max. Belastungen <sup>1)</sup>		min. Eigenschwingungszahl <sup>2)</sup>		Masse	Elastomer	Form-Nr.	Artikel-Nr.
b <sub>1</sub> [mm]	b <sub>2</sub> [mm]	h [mm]	Länge [mm]	s [mm]	C <sub>x,y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x,y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]	v' <sub>e</sub> min <sup>-1</sup>	Stück	Härte [Shore A]			
50	17	35	2000	10	18	131	100	250	685	13,90	55	25081b	3972204000	
50	17	45	2000	10	11	72	100	250	506	14,99	55	25081a	3972205000	
50	17	55	2000	10	7	48	100	250	414	16,09	55	25081	3972206000	
50	17	60	2000	10	6	41	100	250	384	16,71	55	25080a	■	
50	17	70	2000	10	4	31	100	250	333	17,80	55	25080	■	
60	20	35	2000	11	25	240	120	300	847	17,64	55	25320	■	
60	20	60	2000	11	9	58	120	300	418	20,99	55	25213a	■	
70	20	30	2000	12	42	801	140	350	1434	19,84	55	20300	3972213000	
70	20	45	2000	12	19	152	140	350	624	22,13	55	25082a	3972215000	
70	20	55	2000	12	13	88	140	350	476	23,66	55	25082	3972216000	
70	20	80	2000	12	6	44	140	350	335	27,62	55	25321	■	
100	20	45	2000	12	31	432	200	500	879	33,30	55	20299	3972222000	
100	20	55	2000	15	22	221	200	500	629	35,63	55	25079b	■	
100	20	60	2000	15	19	163	200	500	540	36,60	55	25079	3972224000	
100	20	70	2000	15	16	117	200	500	458	38,97	55	24472a	■	
100	20	80	2000	15	11	80	200	500	377	40,96	55	24472	3972227000	

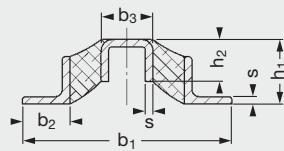
1) Die angegebenen Steifigkeiten und maximalen Belastungen beziehen sich auf ein Schienenstück mit 10 mm Länge.

■ Anfertigungsware

2) Die minimalen Eigenschwingungszahlen beziehen sich auf die maximalen Belastungen.

#### Belastungsrichtungen





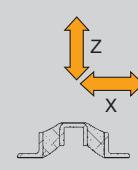
### U-Schiene

Abmessungen							Federsteifigkeiten <sup>1)</sup>		max. Belastungen <sup>1)</sup>		min. Eigenschwingungszahl <sup>2)</sup>		Masse	Elastomer	Form-Nr.	Artikel-Nr.
b <sub>1</sub> [mm]	b <sub>2</sub> [mm]	b <sub>3</sub> [mm]	h <sub>1</sub> [mm]	h <sub>2</sub> [mm]	Länge [mm]	s [mm]	C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y,z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y,z</sub> [N]	'e min <sup>-1</sup>	Stück	Härte [Shore A]			
110	25	27	34	22	2000	4	42	14	80	42	604	11,64	40	20302	3966404000	
110	25	27	34	22	2000	4	65	25	130	65	588	11,64	55	20302	3966204000	
110	25	27	34	22	2000	4	118	38	160	118	581	11,64	65	20302	3966104000	

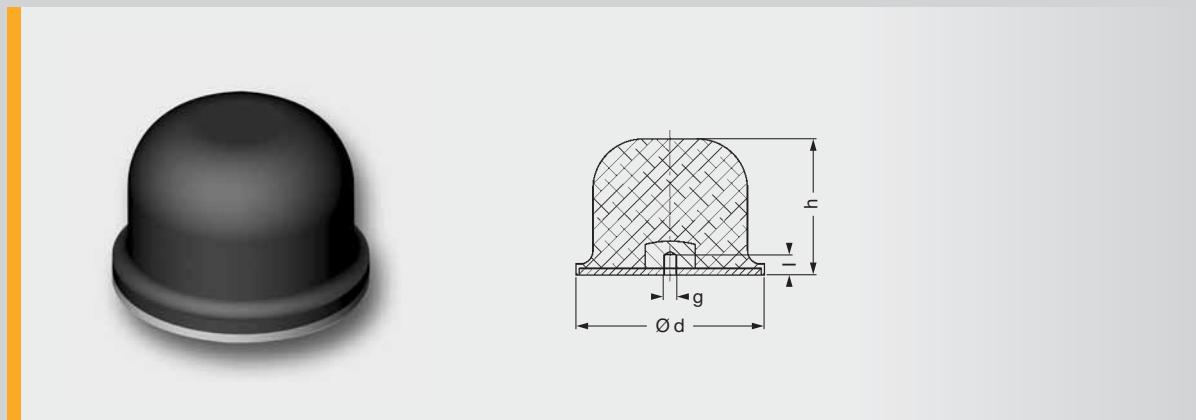
1) Die angegebenen Steifigkeiten und maximalen Belastungen beziehen sich auf ein Schienenstück mit 10 mm Länge.

2) Die minimalen Eigenschwingungszahlen beziehen sich auf die maximalen Belastungen.

### Belastungsrichtungen

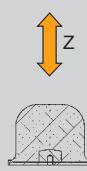


## SCHWINGMETALL® Anschlagpuffer

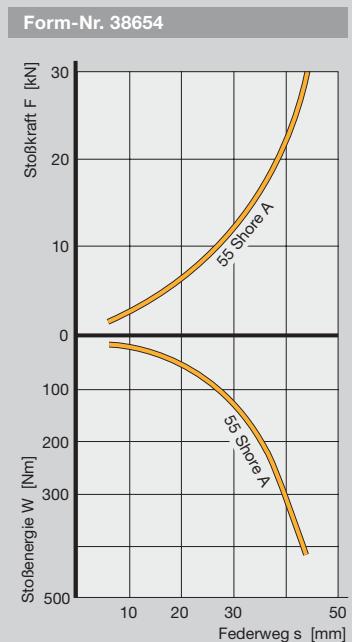
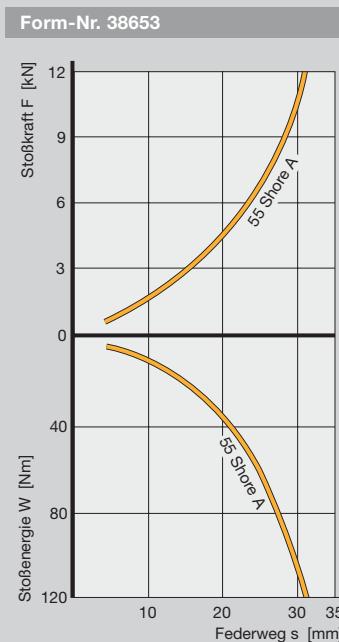
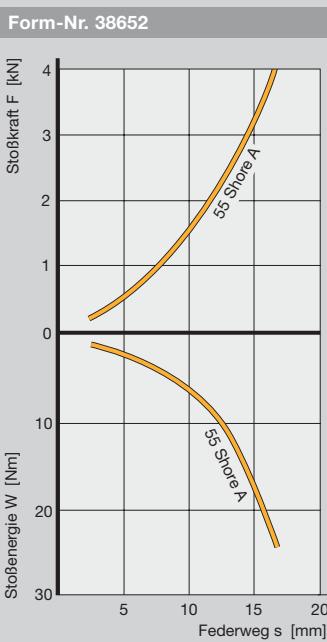


Anschlagpuffer mit Innengewinde									
Abmessungen				max. Belastungen		Masse Stück [kg]	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
d [mm]	h [mm]	I [mm]	g	Fz [N]	W [N/mm]				
52	35	8,8	M10	3874	23,000	0,085	55	38652	3915250000
83	60	11,6	M12	11572	120,000	0,340	55	38653	3915251000
125	90	17,5	M16	29148	380,000	1,200	55	38654	3915252000

Belastungsrichtung

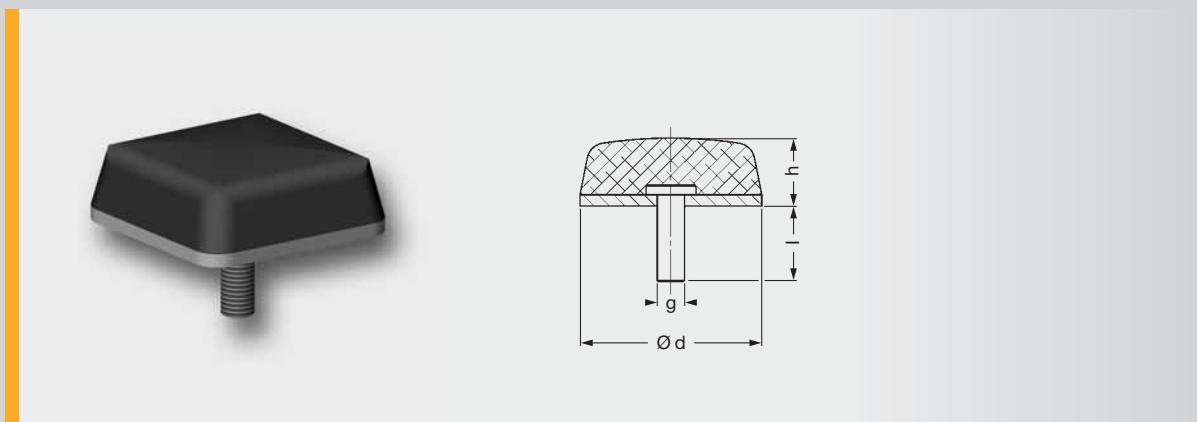


## Kraft- und Energie-Weg-Diagramme



Anschläge

## SCHWINGMETALL® Anschlagpuffer



## Anschlagpuffer mit Außengewinde

Abmessungen				max. Belastungen		Masse Stück [kg]	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
d [mm]	h [mm]	l [mm]	g	F <sub>z</sub> [N]	W [N/mm]				
25	16,5	18,5	M6	991	3,2	0,015	40	25444	■
25	16,5	18,5	M6	953	2,5	0,015	55	25444	3915209000
25	16,5	18,5	M6	1173	2,2	0,015	65	25444	■
50	17,0	28,0	M10	3586	5,4	0,077	40	25481	■
50	17,0	28,0	M10	3909	5,5	0,077	55	25481	3915216000
50	17,0	28,0	M10	3918	4,5	0,077	65	25481	■
<input type="checkbox"/> 80	30,0	35,0	M12	19563	83	0,419	40	25443	■
<input type="checkbox"/> 80	30,0	35,0	M12	20608	64	0,419	55	25443	3915223000
<input type="checkbox"/> 80	30,0	35,0	M12	20206	49	0,419	65	25443	■
125	45,0	43,0	M16	49143	320	0,920	55	38655	3915223000

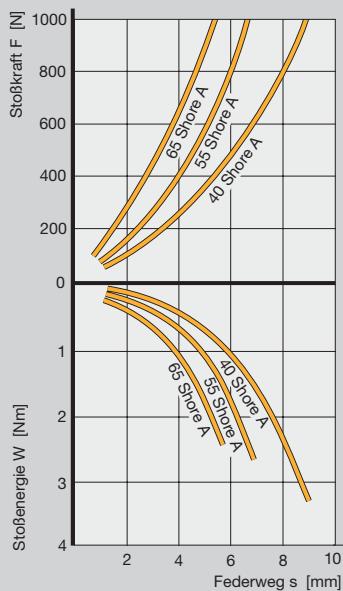
■ Anfertigungsware

Belastungsrichtung

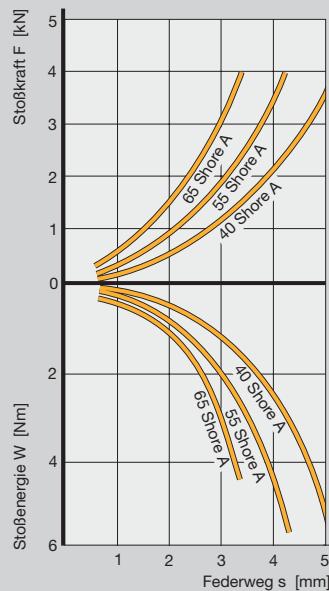


## Kraft- und Energie-Weg-Diagramme

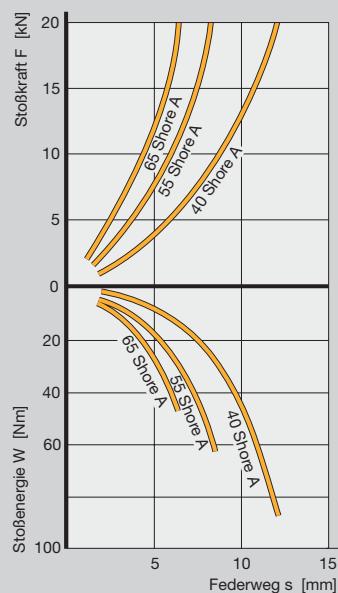
Form-Nr. 25444



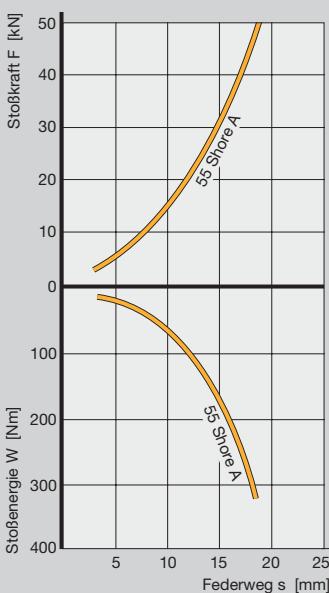
Form-Nr. 25481



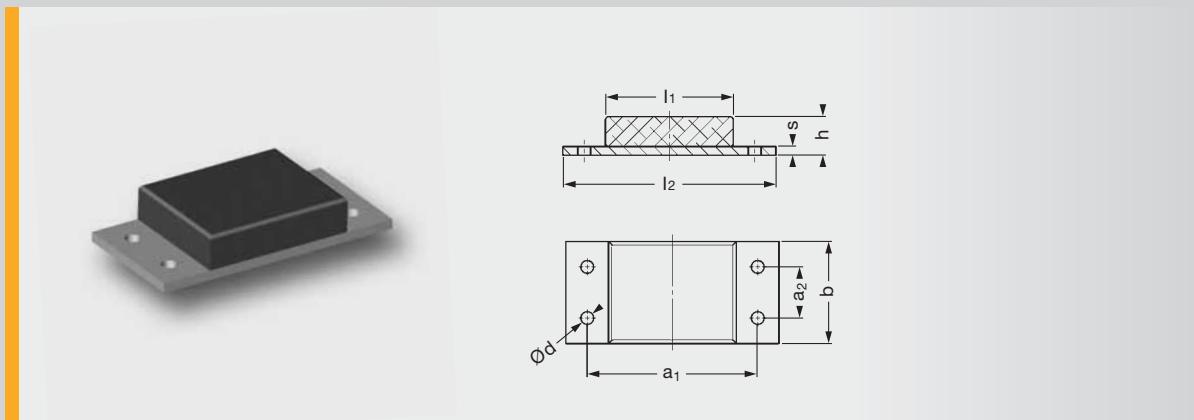
Form-Nr. 25443



Form-Nr. 38655



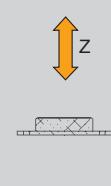
## SCHWINGMETALL® Anschlagschienen



Anschlagschienen													
Abmessungen								max. Belastungen		Masse	Elastomer	Form-Nr.	Artikel-Nr.
a1 [mm]	a2 [mm]	b [mm]	d [mm]	h [mm]	l1 [mm]	l2 [mm]	s [mm]	Fz [N]	W [N/mm]	Stück [kg]	Härte [Shore A]		
100	1)	50	2 x 8.5	35	70	130	5	10100	40	0,360	55	25081b/AN	3973501000
100	1)	50	2 x 8.5	70	70	130	5	9614	89	0,500	55	25080/AN	3973502000
160	50	100	4 x 13	45	120	200	10	36256	175	1,935	55	20299/AN	3974505000
160	50	100	4 x 13	80	120	200	10	35758	420	2,430	55	24472/AN	3974506000
200	60	120	4 x 15	45	150	250	10	58491	250	2,900	55	21422b/AN	3974507000
200	60	120	4 x 15	70	150	250	10	58654	497	3,470	55	21422/AN	3974508000
250	80	150	4 x 17	50	200	300	15	97971	330	6,150	55	21055b/AN	3975509000
250	80	150	4 x 17	80	200	300	15	99552	950	7,250	55	21055/AN	3975510000

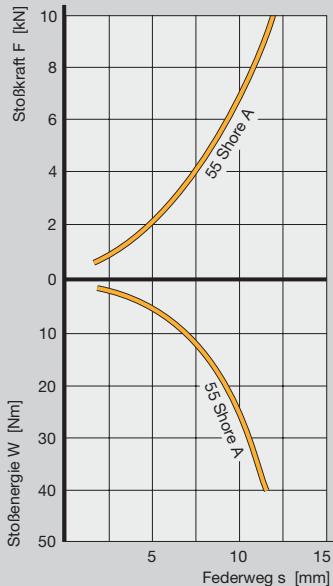
1) a2 ohne Maßangabe entspricht mittiger Bohrung.

Belastungsrichtung

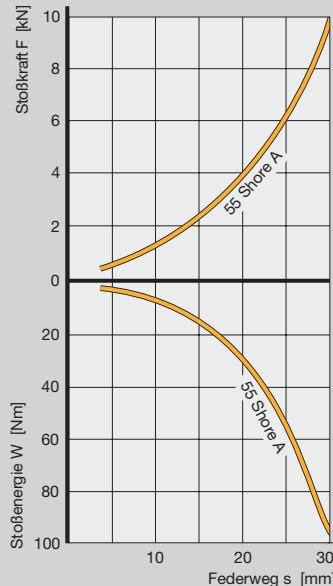


## Kraft- und Energie-Weg-Diagramme

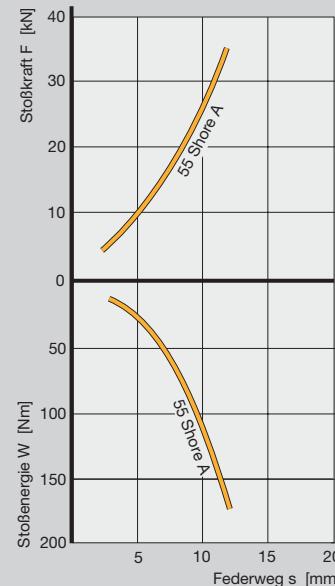
**Form-Nr. 25081b/AN**



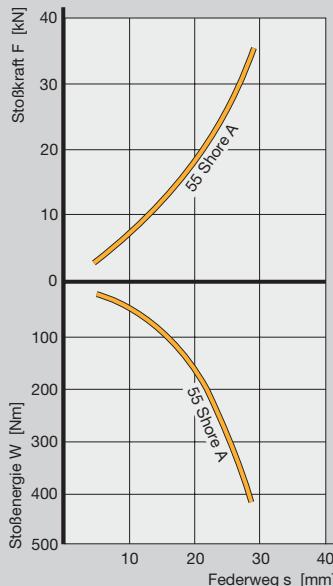
**Form-Nr. 25080/AN**



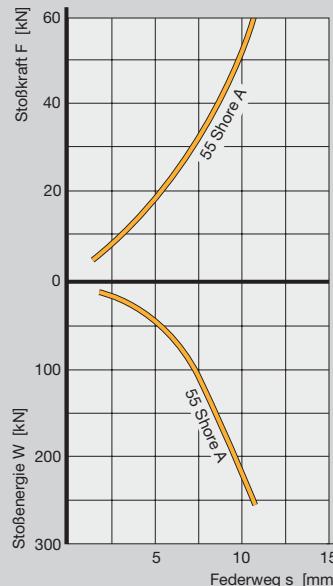
**Form-Nr. 20299/AN**



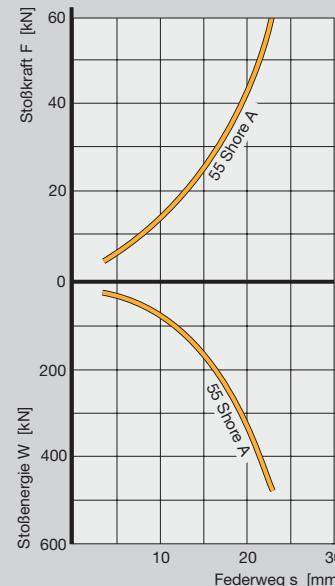
**Form-Nr. 24472/AN**



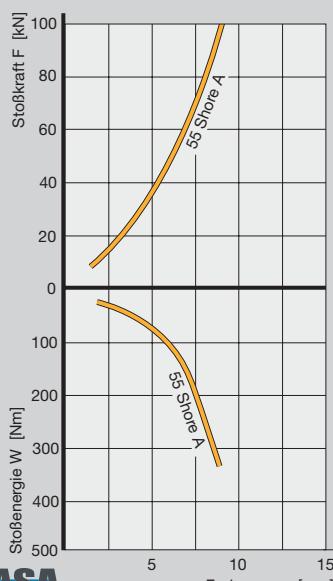
**Form-Nr. 21422b/AN**



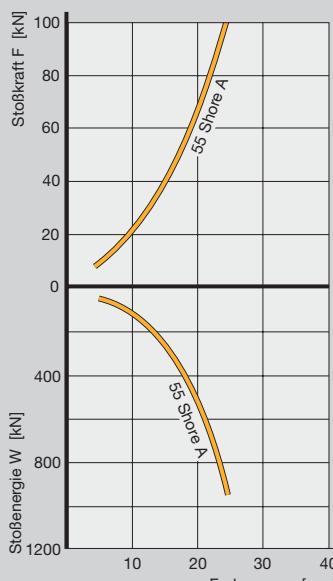
**Form-Nr. 21422/AN**



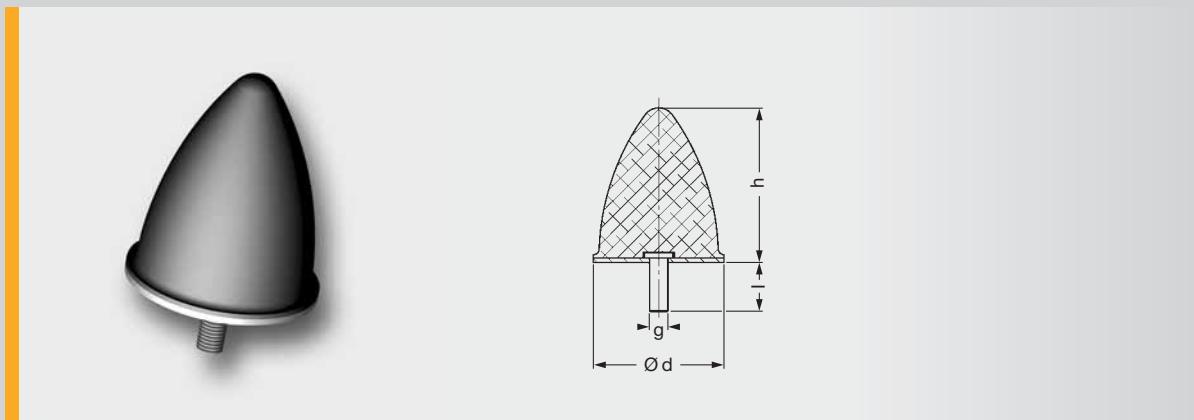
**Form-Nr. 21055b/AN**



**Form-Nr. 21055/AN**



## SCHWINGMETALL® Parabelfedern



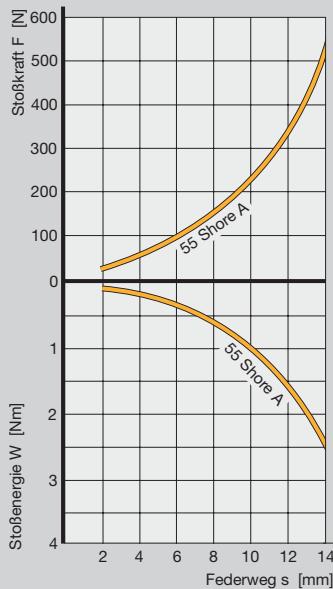
Parabelfedern									
Abmessungen				max. Belastungen		Masse Stück [kg]	Elas- tomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
d [mm]	h [mm]	l [mm]	g	F <sub>z</sub> [N]	W [N/mm]				
21	24	19,0	M6	529	2,4	0,011	55	58496	3915236000
32	36	20,5	M8	1398	8,0	0,032	55	58495	3915235000
52	58	28,0	M10	3863	37,0	0,110	55	58497	3915237000
75	89	37,0	M12	8524	120,0	0,345	55	58498	3915238000
115	136	43,0	M16	17122	412,0	1,200	55	58102	3915234000
165	195	43,0	M16	36228	1200,0	3,000	55	58499	3915239000

Belastungsrichtung

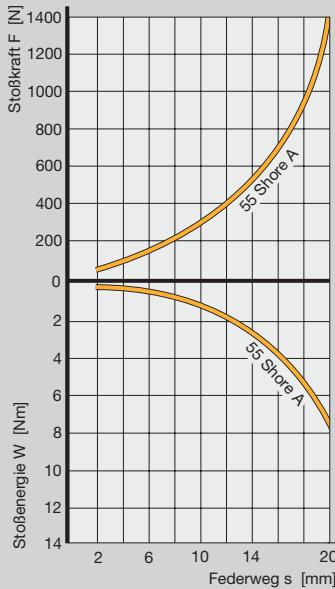


## Kraft- und Energie-Weg-Diagramme

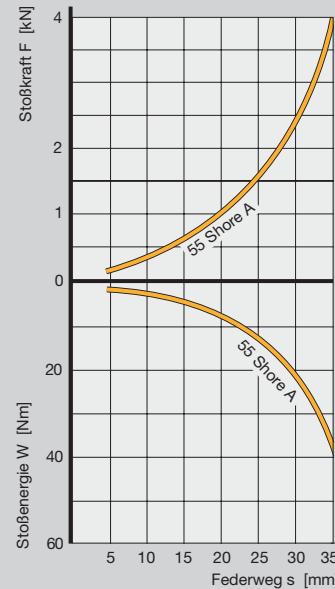
Form-Nr. 58496



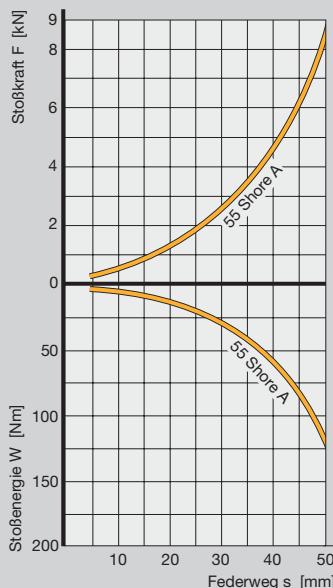
Form-Nr. 58495



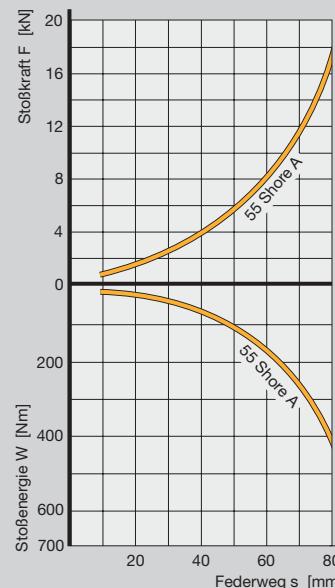
Form-Nr. 58497



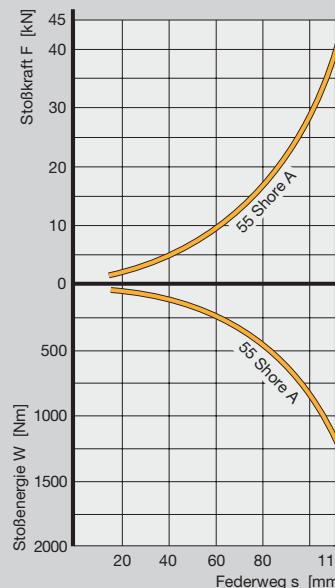
Form-Nr. 58498



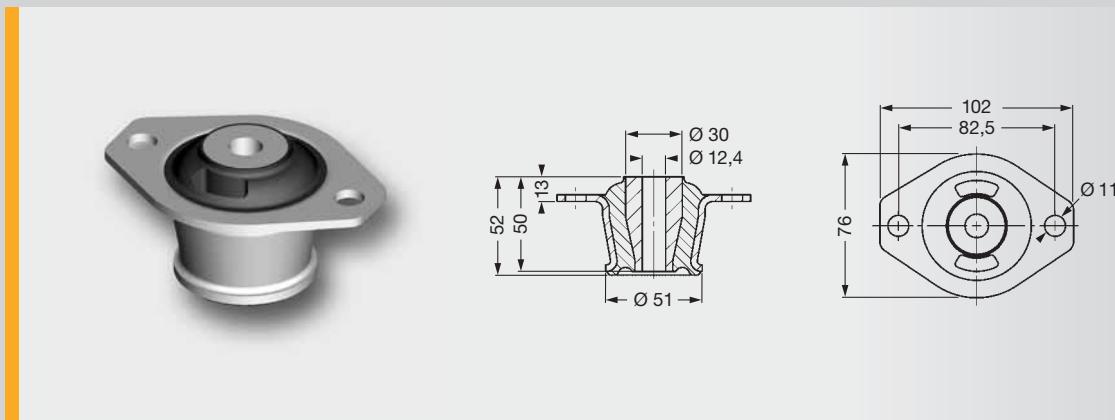
Form-Nr. 58102



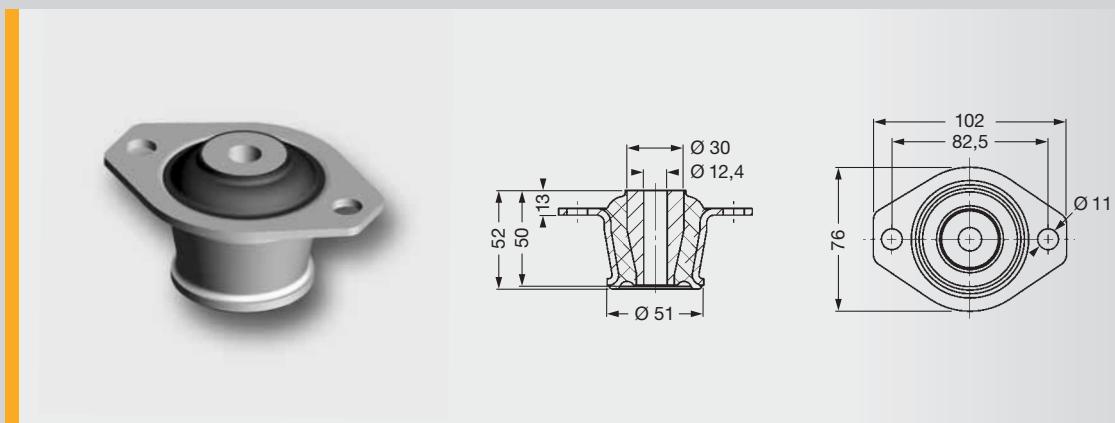
Form-Nr. 58499



## SCHWINGMETALL® Konuslager

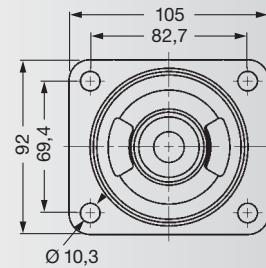
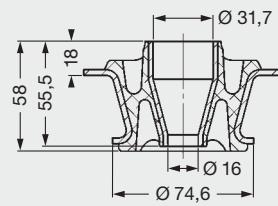


Form-Nr. 210356

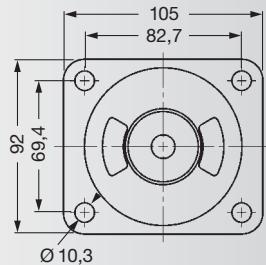
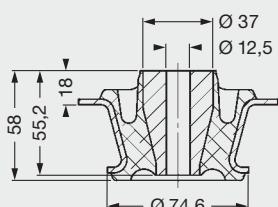


Form-Nr. 210355

Konuslager									
Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]	Stück [kg]			
1000	480	180	2100	1010	650	0,47	40	210356	4000004934
1700	1010	320	3400	2020	1120	0,47	55	210356	4000004935
2500	1500	460	4750	2850	1560	0,47	65	210356	4000004936
1150	1150	270	2420	2420	970	0,48	40	210355	4000004931
2000	2000	490	4000	4000	1720	0,48	55	210355	4000004932
2700	2700	670	5130	5130	2280	0,48	65	210355	4000004933
340	640	160	1360	2560	740	0,55	40	210352	4000004925
570	1050	270	2220	4100	1220	0,55	55	210352	4000004926
900	1650	380	3420	6270	1670	0,55	65	210352	4000004927
580	760	200	2320	3040	920	0,75	40	210352A	4000004928
970	1190	340	3780	4640	1530	0,75	55	210352A	4000004929
1350	1790	470	5130	6800	2070	0,75	65	210352A	4000004930
770	770	240	3080	3080	1100	0,57	40	210089	4000004922
1260	1260	400	4910	4910	1800	0,57	55	210089	4000004923
2000	2000	580	7600	7600	2550	0,57	65	210089	4000004924
1140	1140	390	5700	5700	1800	1,10	40	210444	4000004937
1680	1680	670	7970	7970	3000	1,10	55	210444	4000004938
2240	2240	970	10080	10080	4400	1,10	65	210444	4000004939
1040	1040	440	4000	4000	1200	2,10	55	210470	4000004940
1600	1600	710	6400	6400	1900	2,10	65	210470	4000004941
2470	2470	1170	8000	8000	3000	2,10	75	210470	4000004942



Form-Nr. 210352



Form-Nr. 210352A

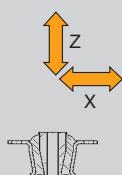
Form-Nr. 210089

Form-Nr. 210444

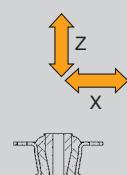
Form-Nr. 210470

siehe Seite 38–39 ►

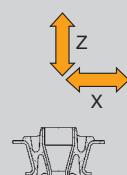
#### Belastungsrichtungen



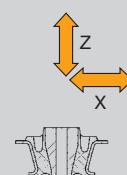
#### Belastungsrichtungen



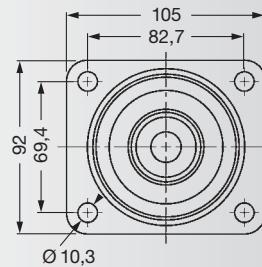
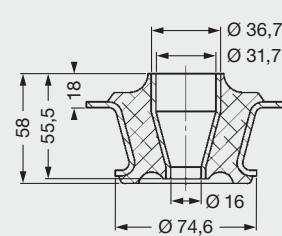
#### Belastungsrichtungen



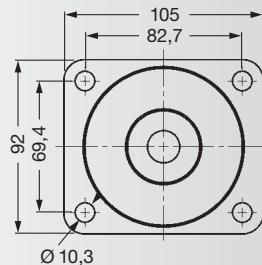
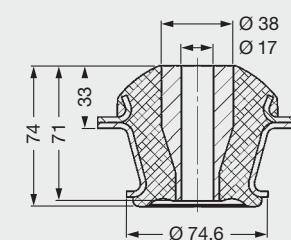
#### Belastungsrichtungen



## SCHWINGMETALL® Konuslager



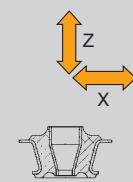
Form-Nr. 210089



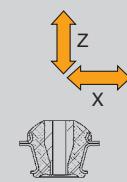
Form-Nr. 210444

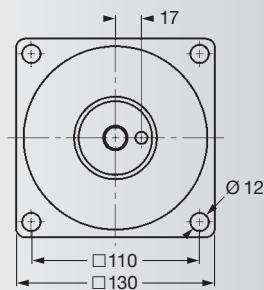
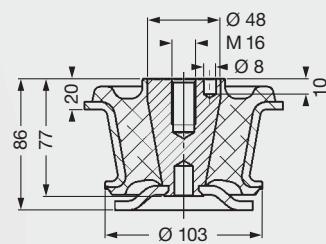
◀ Tabelle Konuslager siehe Seite 36

Belastungsrichtungen



Belastungsrichtungen

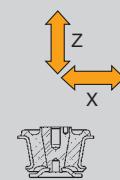




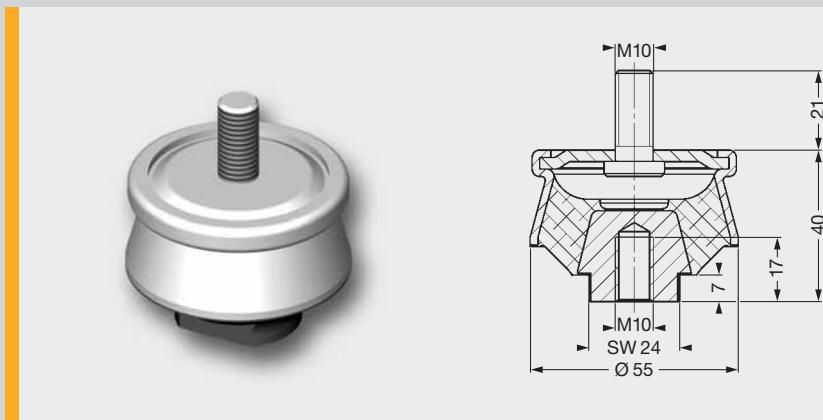
Form-Nr. 210470

Konuslager

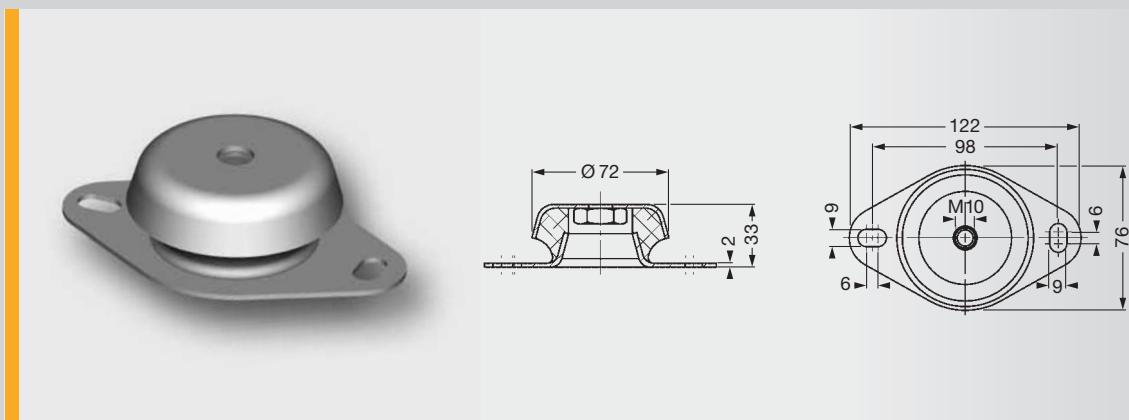
**Belastungsrichtungen**



## SCHWINGMETALL® Topfelemente



Form-Nr. 104169



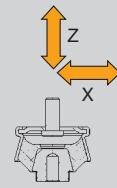
Form-Nr. 103965

Topfelemente											
Abmessungen											
a [mm]	b [mm]	d1 [mm]	d2 [mm]	e [mm]	g [mm]	h [mm]	s1 [mm]	s2 [mm]	s3 [mm]	Scheibe DIN 9021-ST	
□ 88	□ 108	101	4 x 9	SW8	M12	40	3	2,5	5	A13x3	
□ 88	□ 108	101	4 x 9	SW8	M12	40	3	2,5	5	A13x3	
□ 88	□ 108	101	4 x 9	SW8	M12	40	3	2,5	5	A13x3	
□ 132	□ 168	136	4 x 13	SW10	M16	50	4	3,0	6	A17x3	
□ 132	□ 168	136	4 x 13	SW10	M16	50	4	3,0	6	A17x3	
□ 132	□ 168	136	4 x 13	SW10	M16	50	4	3,0	6	A17x3	
□ 165	□ 200	192	4 x 13	SW14	M20	70	6	4,0	6	A21x4	
□ 165	□ 200	192	4 x 13	SW14	M20	70	6	4,0	6	A21x4	
□ 165	□ 200	192	4 x 13	SW14	M20	70	6	4,0	6	A21x4	

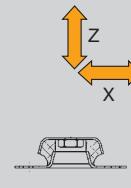
► Vor der Montage der Unterlegmatte die Noppen mit Seifenwasser anfeuchten

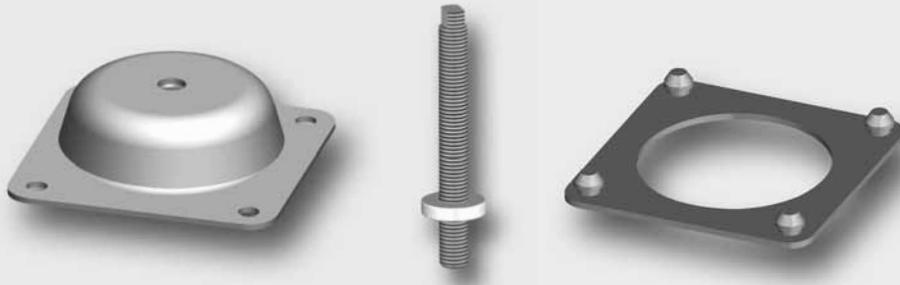
► Muttern nach DIN 555, Scheiben nach DIN 125 und Federringe nach DIN 127 sind handelsübliche Teile

Belastungsrichtungen

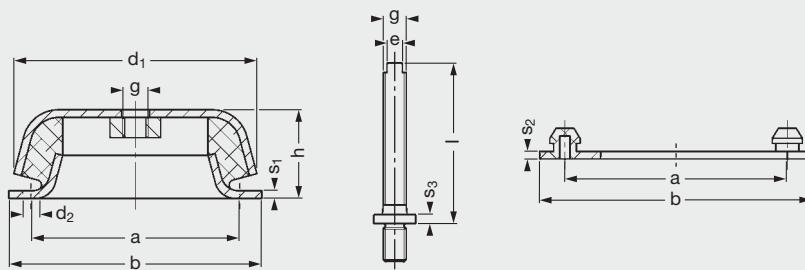


Belastungsrichtungen





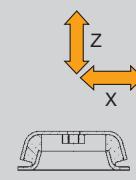
Form-Nr. 58540, 33629, 58541



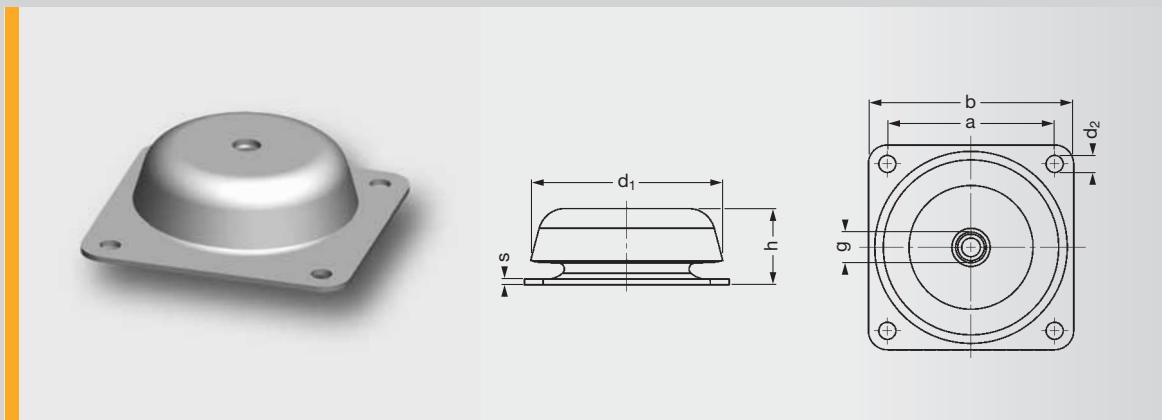
Form-Nr. 58540, 33629, 58541

Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse Stück [kg]	Elasto- tomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.	Artikel-Nr.	Artikel-Nr. Unterleg- matte
$C_x$ [N/mm]	$C_y$ [N/mm]	$C_z$ [N/mm]	$F_x$ [N]	$F_y$ [N]	$F_z$ [N]						
221	221	110	200	200	400	0,248	40	104169	3956412001		
437	437	200	410	410	687	0,248	55	104169	3956212001		
730	730	316	650	650	1080	0,248	65	104169	3956112001		
180	180	405	300	300	1965	0,238	40	103965	3956410000		
320	320	605	480	480	2450	0,238	55	103965	3956210000		
460	460	981	690	690	2950	0,238	65	103965	3956110000		
410	410	505	900	900	1965	0,650	40	58540	3956406000	3956026000	3956016000
746	746	910	1650	1650	3500	0,650	55	58540	3956206000	3956026000	3956016000
1180	1180	1315	2600	2660	4950	0,650	65	58540	3956106000	3956026000	3956016000
850	850	920	1750	1750	4000	1,770	40	33629	3956405000	3956025000	3956015000
1540	1540	1650	3300	3300	6900	1,770	55	33629	3956205000	3956025000	3956015000
2400	2400	2555	5000	5000	9850	1,770	65	33629	3956105000	3956025000	3956015000
1400	1400	1390	4200	4200	7900	4,215	40	58541	3956407000	3956027000	3956017000
2400	2400	2250	7000	7000	12000	4,215	55	58541	3956207000	3956027000	3956017000
3450	3450	3400	10350	10350	19700	4,215	65	58541	3956107000	3956027000	3956017000

#### Belastungsrichtungen



## SCHWINGMETALL® Topfelemente



Topfelemente Serie AS						
Abmessungen						
a [mm]	b [mm]	d <sub>1</sub> [mm]	d <sub>2</sub> [mm]	g [mm]	h [mm]	s [mm]
□ 88	□ 108	101	4 x 9	M12	40	3
□ 88	□ 108	101	4 x 9	M12	40	3
□ 88	□ 108	101	4 x 9	M12	40	3
□ 132	□ 168	136	4 x 13	M16	50	4
□ 132	□ 168	136	4 x 13	M16	50	4
□ 132	□ 168	136	4 x 13	M16	50	4

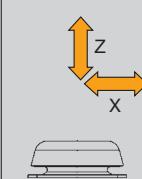
► Das Lager hat einen integrierten Zuganschlag

Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse Stück [kg]	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]				
410	410	505	900	900	1965	0,65	40	210642	4000005311
746	746	910	1650	1650	3500	0,65	55	210642	4000005312
1180	1180	1315	2600	2660	4950	0,65	65	210642	4000005313
850	850	920	1750	1750	4000	1,77	40	210643	4000005314
1540	1540	1650	3300	3300	6900	1,77	55	210643	4000005315
2400	2400	2555	5000	5000	9850	1,77	65	210643	4000005316

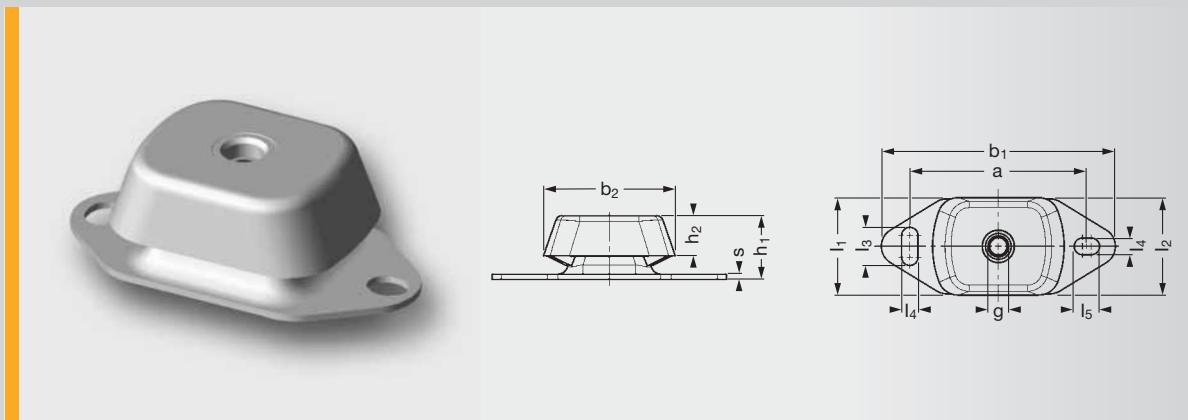
Passende Unterlegmatten und Nivellierspindeln

◀ siehe Seite 40

#### Belastungsrichtungen



## SCHWINGMETALL® Topfelemente



## Topfelemente Serie C

## Abmessungen

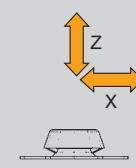
a [mm]	b1 [mm]	b2 [mm]	g [mm]	h1 [mm]	h2 [mm]	l1 [mm]	l2 [mm]	l3 [mm]	l4 [mm]	l5 [mm]	s [mm]
100	120	80,0	M12	39	24,0	60	60	14	11	14	2,5
100	120	80,0	M12	39	24,0	60	60	14	11	14	2,5
100	120	80,0	M12	39	24,0	60	60	14	11	14	2,5
140	185	104,0	M16	50	31,5	75	77	30	13	20	4,0
140	185	104,0	M16	50	31,5	75	77	30	13	20	4,0
140	185	104,0	M16	50	31,5	75	77	30	13	20	4,0
182	228	131,5	M20	70	50,0	114	114	34	18	26	5,0
182	228	131,5	M20	70	50,0	114	114	34	18	26	5,0
182	228	131,5	M20	70	50,0	114	114	34	18	26	5,0

► Das Lager hat einen integrierten Zuganschlag

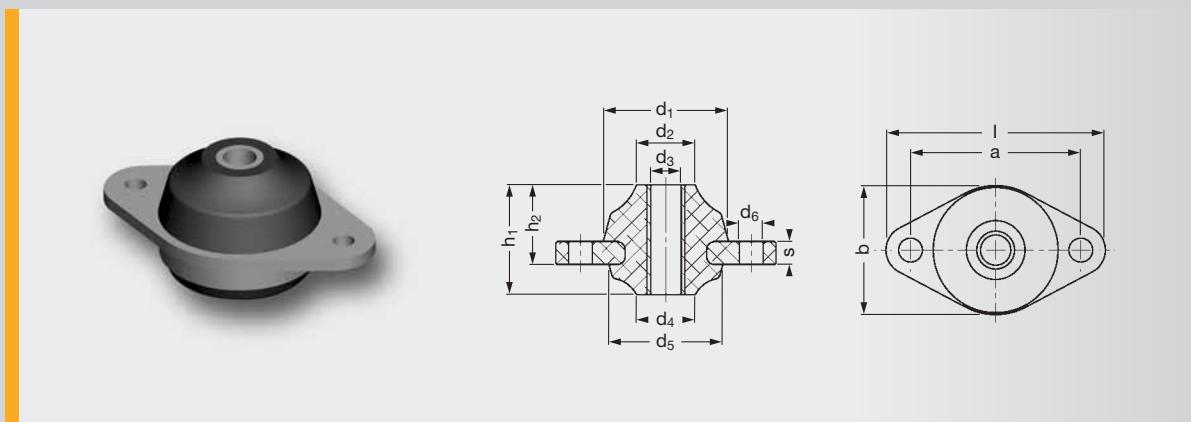
Federsteifigkeiten	max. Belastungen	Masse Stück [kg]	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
$C_z$ [N/mm]	$F_z$ [N]				
100	400	0,40	45	210620	4000004903
150	600	0,40	55	210620	4000004904
220	900	0,40	65	210620	4000004905
250	1200	0,95	45	210621	4000004906
375	2000	0,95	55	210621	4000004907
500	2500	0,95	65	210621	4000004908
580	3500	2,25	45	210622	4000004909
1000	5900	2,25	55	210622	4000004920
1200	7400	2,25	65	210622	4000004921

Passende Nivellierspindeln  
 ◀ siehe Seite 40

#### Belastungsrichtungen

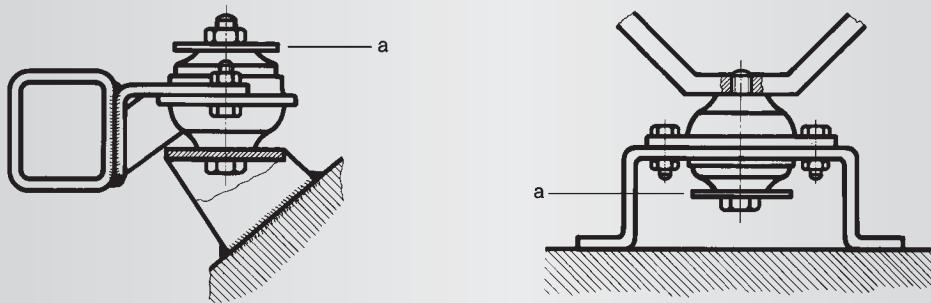


## SCHWINGMETALL® Flanschelemente



Flanschelemente												
Abmessungen												
a [mm]	b [mm]	d1 [mm]	d2 [mm]	d3 [mm]	d4 [mm]	d5 [mm]	d6 [mm]	h1 [mm]	h2 [mm]	l [mm]	s [mm]	
45	34	33	15,5	8	15,5	—	6,3	29	21	58	6 <sup>1)</sup>	
70	48	47	23,0	12	22	—	9	40	28	90	8 <sup>1)</sup>	
94	71	68	33,0	16	37	65	9	54	33	117	5	
94	71	68	39,0	16	37	65	9	49	28	117	5	
94	71	68	52,0	16	48	65	9	44	21	117	5	
114	90	82	40,0	20	42	80	13	68	40	150	6	
114	90	82	49,0	20	42	80	13	62	34	150	6	
114	90	82	60,0	20	53	80	13	51	23	150	6	
138	108	96	45,0	20	47	95	13	82	46	174	8	
138	108	96	58,0	20	47	95	13	76	40	174	8	
138	108	96	62,0	20	63	95	13	68	29	174	8	

1) Kunststoff-Flansch



Einbaubeispiele – Die statische Last wirkt in beiden Fällen auf den höheren Federkörper

### ► Montagehinweis

Zur Funktionserfüllung sind die in den beiden Einbaubeispielen skizzierten Scheiben a erforderlich, gehören aber nicht zum Lieferumfang. Der Durchmesser der Scheiben darf  $d_1 - 5$  mm nicht unterschreiten. Der Durchmesser der Durchgangsschraube muss kleiner als  $d_3$  sein.

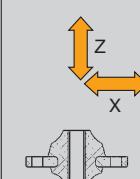
Federsteifigkeiten		max. Belastungen		max. Stoßbelastungen <sup>2)</sup>		Massee Stück [kg]	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
C <sub>x,y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x,y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]	F <sub>Stoß X,Y</sub> [N]	F <sub>Stoß Z</sub> [N]				
153	83	160	600	400	+700 / -1500 <sup>3)</sup>	0,026	45	48684	■
237	125	280	700	400	+1500 / -2000 <sup>3)</sup>	0,080	45	48685	■
227	140	720	1200	1800	+2500 / -5000	0,395	45	48686	■
273	245	720	1200	1800	+2500 / -5000	0,384	45	48687	■
307	356	720	1200	1800	+2500 / -5000	0,380	45	48688	■
290	158	1120	1800	2800	+5000 / -7500	0,785	45	48689	■
410	280	1120	1800	2800	+5000 / -7500	0,768	45	48690	■
550	435	1120	1800	2800	+5000 / -7500	0,730	45	48691	■
456	228	1800	2400	4500	+7500 / -10000	1,570	45	48692	■
460	247	1800	2400	4500	+7500 / -10000	1,540	45	48693	■
559	380	1800	2400	4500	+7500 / -10000	1,490	45	48694	■

2) Maximale Stoßbeanspruchung unter Nennlast.

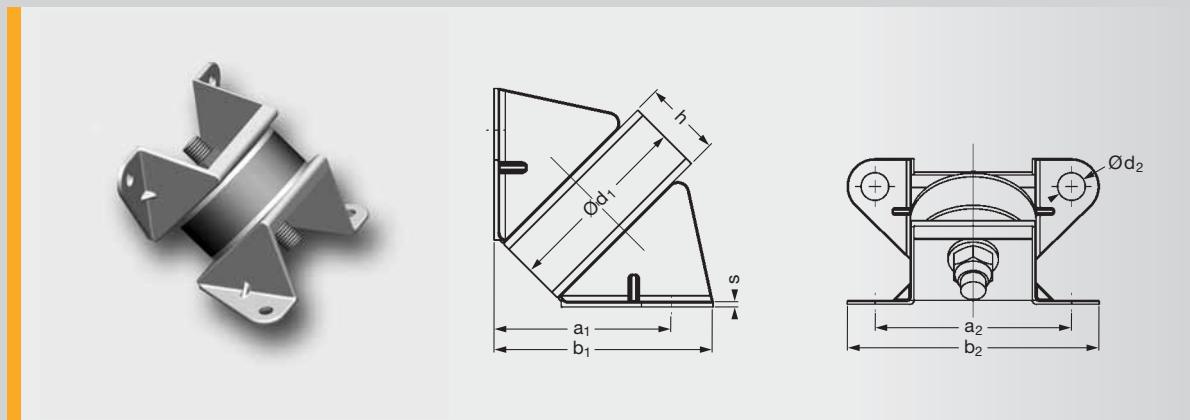
3) Bei Stoßbeanspruchung ist eine gute Abstützung der Kunststoff-Flansche erforderlich.

■ Anfertigungsware

#### Belastungsrichtungen



## SCHWINGMETALL® Schräglager



### Kombielemente mit Puffer L

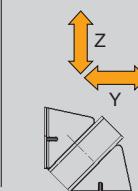
#### Abmessungen

a1 [mm]	a2 [mm]	b1 [mm]	b2 [mm]	d1 [mm]	d2 [mm]	h [mm]	s [mm]
47	78	58	100	50	11	20	1,5
47	78	58	100	50	11	20	1,5
47	78	58	100	50	11	20	1,5
54	78	65	100	50	11	30	1,5
54	78	65	100	50	11	30	1,5
54	78	65	100	50	11	30	1,5
64	78	75	100	50	11	45	1,5
64	78	75	100	50	11	45	1,5
64	78	75	100	50	11	45	1,5
79	100	91	124	70	11	35	2,5
79	100	91	124	70	11	35	2,5
79	100	91	124	70	11	35	2,5
86	100	98	124	70	11	45	2,5
86	100	98	124	70	11	45	2,5
86	100	98	124	70	11	45	2,5
96	100	108	124	70	11	60	2,5
96	100	108	124	70	11	60	2,5
96	100	108	124	70	11	60	2,5
102	140	117	170	100	11	40	3,5
102	140	117	170	100	11	40	3,5
102	140	117	170	100	11	40	3,5
112	140	127	170	100	11	55	3,5
112	140	127	170	100	11	55	3,5
112	140	127	170	100	11	55	3,5
126	140	141	170	100	11	75	3,5
126	140	141	170	100	11	75	3,5
126	140	141	170	100	11	75	3,5

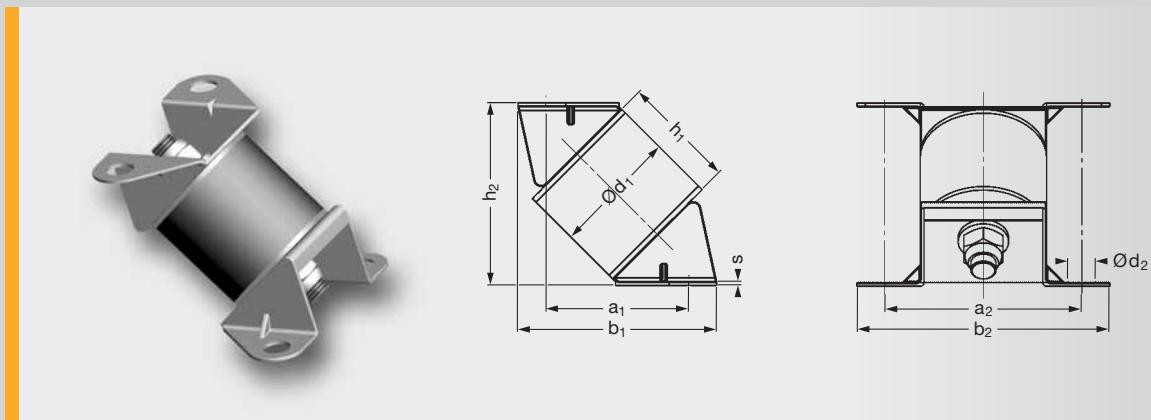
Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Massee Stück [kg]	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]				
60	266	266	400	1000	1000	0,268	40	25332/A	■
110	481	481	420	1250	1250	0,268	55	25332/A	■
170	740	740	440	1500	1500	0,268	65	25332/A	■
34	120	120	400	1000	1000	0,293	40	25333/A	■
62	218	218	420	1200	1200	0,293	55	25333/A	■
95	335	335	440	1400	1400	0,293	65	25333/A	■
20	67	67	392	1000	1000	0,328	40	27797/A	■
35	122	122	410	1200	1200	0,328	55	27797/A	■
54	188	188	430	1400	1400	0,328	65	27797/A	■
69	244	244	750	1850	1850	0,712	40	20290a/A	■
127	442	442	790	2200	2200	0,712	55	20290a/A	■
198	680	680	830	2550	2550	0,712	65	20290a/A	■
47	155	155	750	1850	1850	0,754	40	20290/A	■
86	281	281	790	2150	2150	0,754	55	20290/A	■
133	433	433	830	2350	2350	0,754	65	20290/A	■
31	98	98	750	1850	1850	0,817	40	20290b/A	■
56	177	177	790	2150	2150	0,817	55	20290b/A	■
86	272	272	830	2350	2350	0,817	65	20290b/A	■
130	577	577	1500	3900	3900	1,958	40	25334/A	■
241	1044	1044	1600	4500	4500	1,958	55	25334/A	■
375	1606	1606	1700	5000	5000	1,958	65	25334/A	■
73	265	265	1500	3900	3900	2,128	40	25335/A	■
132	480	480	1600	4300	4300	2,128	55	25335/A	■
204	738	738	1700	4800	4800	2,128	65	25335/A	■
53	179	179	1500	3900	3900	2,301	40	25328/A	■
96	324	324	1600	4100	4100	2,301	55	25328/A	■
149	498	498	1700	4300	4300	2,301	65	25328/A	■

■ Anfertigware

#### Belastungsrichtungen



## SCHWINGMETALL® Schräglager



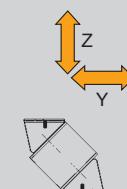
### Kombielemente mit Puffer Z

Abmessungen								
a1 [mm]	a2 [mm]	b1 [mm]	b2 [mm]	d1 [mm]	d2 [mm]	h1 [mm]	h2 [mm]	s [mm]
39	78	61	100	50	11	20	55	1,5
39	78	61	100	50	11	20	55	1,5
39	78	61	100	50	11	20	55	1,5
46	78	68	100	50	11	30	62	1,5
46	78	68	100	50	11	30	62	1,5
46	78	68	100	50	11	30	62	1,5
57	78	79	100	50	11	45	72	1,5
57	78	79	100	50	11	45	72	1,5
57	78	79	100	50	11	45	72	1,5
75	100	99	124	70	11	35	83	2,5
75	100	99	124	70	11	35	83	2,5
75	100	99	124	70	11	35	83	2,5
82	100	106	124	70	11	45	90	2,5
82	100	106	124	70	11	45	90	2,5
82	100	106	124	70	11	45	90	2,5
92	100	116	124	70	11	60	100	2,5
92	100	116	124	70	11	60	100	2,5
92	100	116	124	70	11	60	100	2,5
93	140	123	170	100	11	40	111	3,5
93	140	123	170	100	11	40	111	3,5
93	140	123	170	100	11	40	111	3,5
103	140	133	170	100	11	55	122	3,5
103	140	133	170	100	11	55	122	3,5
103	140	133	170	100	11	55	122	3,5
117	140	147	170	100	11	75	136	3,5
117	140	147	170	100	11	75	136	3,5
117	140	147	170	100	11	75	136	3,5

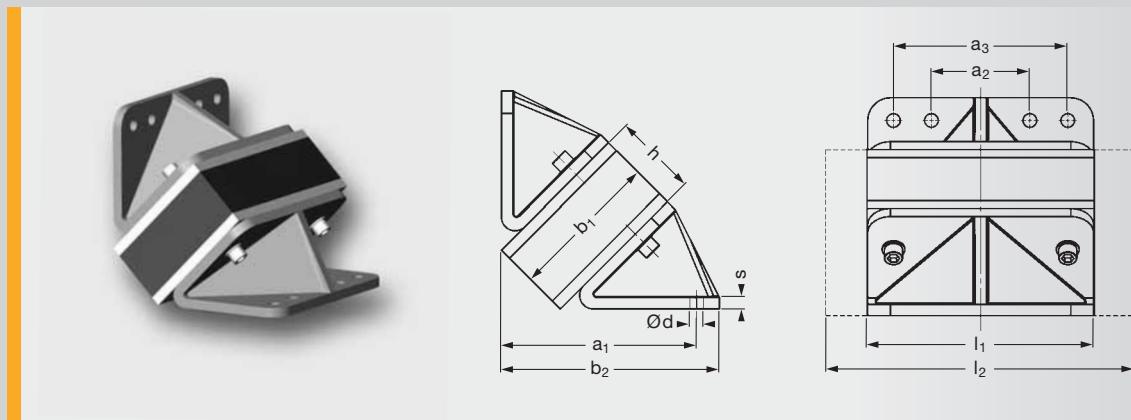
Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Massee Stück [kg]	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]				
60	266	266	400	1000	1000	0,268	40	25332/A	■
110	481	481	420	1250	1250	0,268	55	25332/A	■
170	740	740	440	1500	1500	0,268	65	25332/A	■
34	120	120	400	1000	1000	0,293	40	25333/A	3911618000
62	218	218	420	1200	1200	0,293	55	25333/A	3911518000
95	335	335	440	1400	1400	0,293	65	25333/A	■
20	67	67	392	1000	1000	0,328	40	27797/A	3911619000
35	122	122	410	1200	1200	0,328	55	27797/A	3911519000
54	188	188	430	1400	1400	0,328	65	27797/A	■
69	244	244	750	1850	1850	0,712	40	20290a/A	■
127	442	442	790	2200	2200	0,712	55	20290a/A	■
198	680	680	830	2550	2550	0,712	65	20290a/A	■
47	155	155	750	1850	1850	0,754	40	20290/A	3911620000
86	281	281	790	2150	2150	0,754	55	20290/A	3911520000
133	433	433	830	2350	2350	0,754	65	20290/A	■
31	98	98	750	1850	1850	0,817	40	20290b/A	3911642000
56	177	177	790	2150	2150	0,817	55	20290b/A	3911542000
86	272	272	830	2350	2350	0,817	65	20290b/A	■
130	577	577	1500	3900	3900	1,958	40	25334/A	■
241	1044	1044	1600	4500	4500	1,958	55	25334/A	■
375	1606	1606	1700	5000	5000	1,958	65	25334/A	■
73	265	265	1500	3900	3900	2,128	40	25335/A	3911625000
132	480	480	1600	4300	4300	2,128	55	25335/A	3911525000
204	738	738	1700	4800	4800	2,128	65	25335/A	■
53	179	179	1500	3900	3900	2,301	40	25328/A	3911646000
96	324	324	1600	4100	4100	2,301	55	25328/A	3911546000
149	498	498	1700	4300	4300	2,301	65	25328/A	■

■ Anfertigungsware

#### Belastungsrichtungen



## SCHWINGMETALL® Schräglager



## Kombielemente mit Schiene L

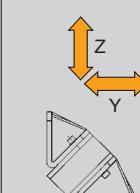
Abmessungen									
<b>a<sub>1</sub></b> [mm]	<b>a<sub>2</sub></b> [mm]	<b>a<sub>3</sub></b> [mm]	<b>b<sub>1</sub></b> [mm]	<b>b<sub>2</sub></b> [mm]	<b>d</b> [mm]	<b>h</b> [mm]	<b>l<sub>1</sub></b> [mm]	<b>l<sub>2</sub></b> [mm]	<b>s</b> [mm]
202	—	150	150	227	4 x 18	80	225	—	15
202	—	150	150	227	4 x 18	80	—	338	15
136	—	110	100	152	4 x 14	60	150	—	10
136	—	110	100	152	4 x 14	60	—	225	10
216	—	150	150	241	4 x 18	100	225	—	15
216	—	150	150	241	4 x 18	100	—	338	15
187	—	150	150	212	4 x 18	60	225	—	15
187	—	150	150	212	4 x 18	60	—	338	15
158	—	110	100	174	4 x 14	90	150	—	10
158	—	110	100	174	4 x 14	90	—	225	10
147	—	110	100	163	4 x 14	75	150	—	10
147	—	110	100	163	4 x 14	75	—	225	10
258	130	230	200	288	8 x 18	110	300	—	15
258	130	230	200	288	8 x 18	110	—	450	15
244	130	230	200	274	8 x 18	90	300	—	15
244	130	230	200	274	8 x 18	90	—	450	15
233	130	230	200	260	8 x 18	70	300	—	15
233	130	230	200	260	8 x 18	70	—	450	15

l<sub>1</sub> kurze Ausführung l<sub>2</sub> lange Ausführung

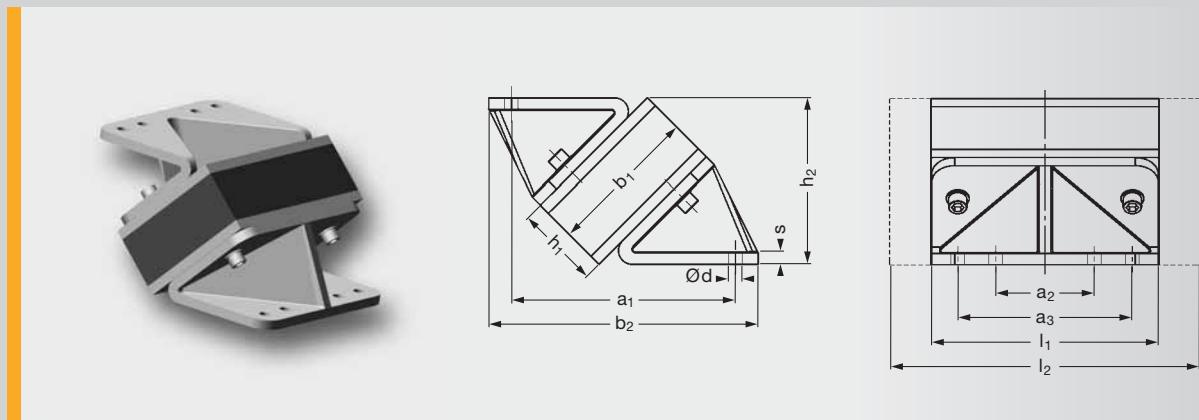
Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse Stück [kg]	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]				
640	3616	3616	6700	20000	20000	20,99	55	21055	■
960	5423	5423	10050	30000	30000	25,92	55	21055	■
480	2931	2931	3400	7500	7500	7,21	55	25079	■
720	4397	4397	5100	11250	11250	9,18	55	25079	■
437	1796	1796	6640	17000	17000	21,73	55	58394	■
656	2694	2694	6640	17000	17000	27,02	55	58394	■
768	9303	9303	6758	22000	22000	20,25	55	21055a	■
1152	13954	13954	10137	33000	33000	24,81	55	21055a	■
183	758	758	3000	7500	7500	7,70	55	24472c	■
275	1137	1137	4500	11250	11250	9,92	55	24472c	■
275	1191	1191	3400	7500	7500	7,46	55	24472d	■
413	1786	1786	5100	11250	11250	9,55	55	24472d	■
735	2917	2917	12100	30000	30000	41,40	55	38417a	■
1103	4376	4376	12100	30000	30000	51,80	55	38417a	■
981	4905	4905	12194	30000	30000	40,10	55	38417b	■
1472	7358	7358	18291	45000	45000	49,80	55	38417b	■
1468	11190	11190	11965	32500	32500	38,70	55	38417c	■
2202	16785	16785	17948	48750	48750	47,80	55	38417c	■

■ Anfertigungsware

#### Belastungsrichtungen



## SCHWINGMETALL® Schräglager



### Kombielemente mit Schiene Z

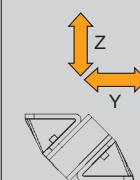
Abmessungen											
a1 [mm]	a2 [mm]	a3 [mm]	b1 [mm]	b2 [mm]	d [mm]	h1 [mm]	h2 [mm]	l1 [mm]	l2 [mm]	s [mm]	
241	—	150	150	291	4 x 18	80	163	225	—	15	
241	—	150	150	291	4 x 18	80	163	—	338	15	
160	—	110	100	192	4 x 14	60	113	150	—	10	
160	—	110	100	192	4 x 14	60	113	—	225	10	
255	—	150	150	305	4 x 18	100	177	225	—	15	
255	—	150	150	305	4 x 18	100	177	—	338	15	
226	—	150	150	276	4 x 18	60	149	225	—	15	
226	—	150	150	276	4 x 18	60	149	—	338	15	
181	—	110	100	213	4 x 14	90	134	150	—	10	
181	—	110	100	213	4 x 14	90	134	—	225	10	
170	—	110	100	202	4 x 14	75	124	150	—	10	
170	—	110	100	202	4 x 14	75	124	—	225	10	
296	130	230	200	356	8 x 18	110	219	300	—	15	
296	130	230	200	356	8 x 18	110	219	—	450	15	
282	130	230	200	342	8 x 18	90	205	300	—	15	
282	130	230	200	342	8 x 18	90	205	—	450	15	
268	130	230	200	328	8 x 18	70	191	300	—	15	
268	130	230	200	328	8 x 18	70	191	—	450	15	

l1 kurze Ausführung l2 lange Ausführung

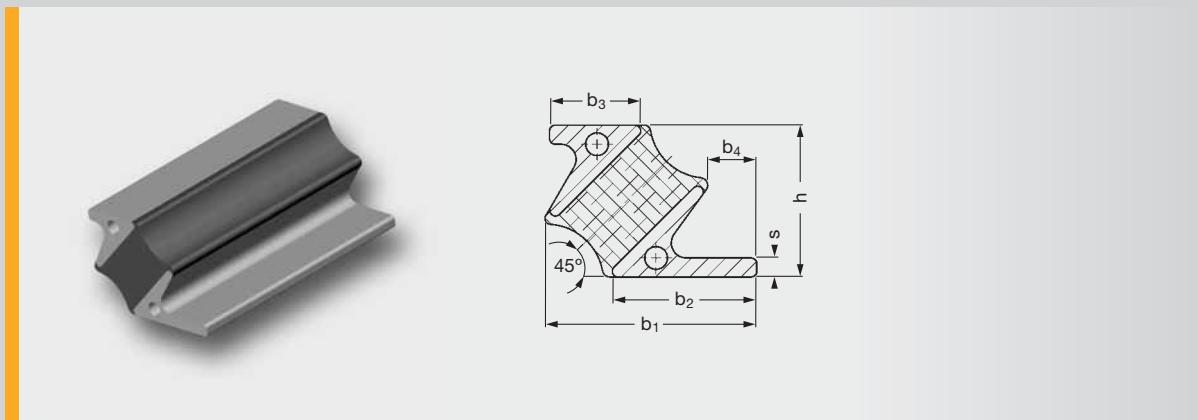
Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse Stück [kg]	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]				
640	3616	3616	6700	20000	20000	20,99	55	21055	■
960	5423	5423	10050	30000	30000	25,92	55	21055	■
480	2931	2931	3400	7500	7500	7,21	55	25079	■
720	4397	4397	5100	11250	11250	9,18	55	25079	■
437	1796	1796	6640	17000	17000	21,73	55	58394	■
437	1796	1796	6640	17000	17000	27,02	55	58394	■
768	9303	9303	6758	22000	22000	20,25	55	21055a	■
1152	13954	13954	10137	33000	33000	24,81	55	21055a	■
183	758	758	3000	7500	7500	7,70	55	24472c	■
275	1137	1137	4500	11250	11250	9,92	55	24472c	■
275	1191	1191	3400	7500	7500	7,46	55	24472d	■
413	1786	1786	5100	11250	11250	9,55	55	24472d	■
735	2917	2917	12100	30000	30000	41,40	55	38417a	■
1103	4376	4376	12100	30000	30000	51,80	55	38417a	■
981	4905	4905	12194	30000	30000	40,10	55	38417b	■
1472	7358	7358	18291	45000	45000	49,80	55	38417b	■
1468	11190	11190	11965	32500	32500	38,70	55	38417c	■
2202	16785	16785	17948	48750	48750	47,80	55	38417c	■

■ Anfertigungsware

#### Belastungsrichtungen



## SCHWINGMETALL® Schräglager



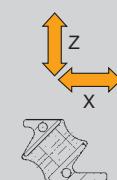
Schrägschienen						
Abmessungen						
b <sub>1</sub> [mm]	b <sub>2</sub> [mm]	b <sub>3</sub> [mm]	b <sub>4</sub> [mm]	h [mm]	Länge [mm]	s [mm]
108	76	48	28	80	75	10
108	76	48	28	80	200	10
144	105	67	38	106	75	15
144	105	67	38	106	200	15

► SCHWINGMETALL®-Schrägschienen werden als Standardausführung mit einem Elastomer-Werkstoff auf Basis von Chloropren-Kautschuk geliefert.

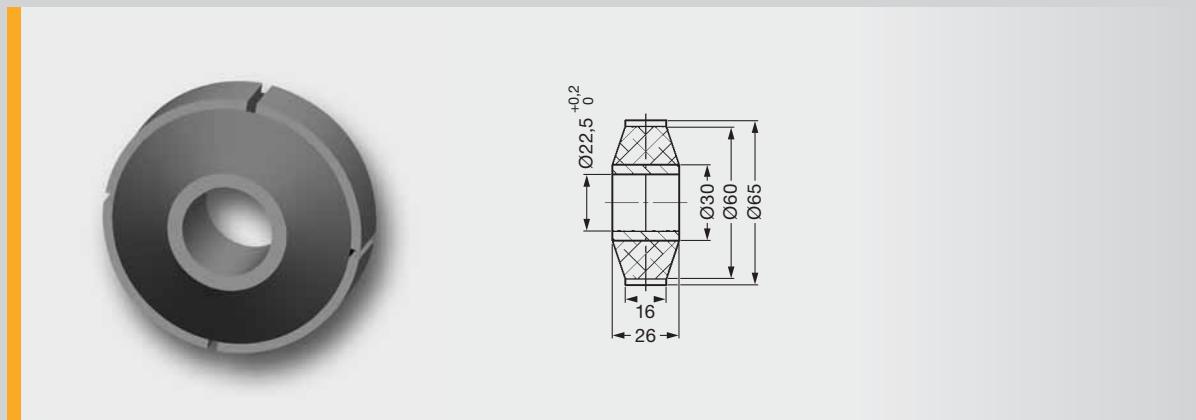
Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse Stück [kg]	Elastomer		Form-Nr.	Artikel-Nr.
C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]		Typ	Härte [Shore A]		
215	86	215	2500	860	2500	1,56	CR	55	38537	■
895	307	895	600	3070	600	4,31	CR	55	38538	3978702000
320	103	320	3000	1200	3000	2,87	CR	55	38539	■
1200	315	1200	9000	3500	9000	8,05	CR	55	38540	3978704000

■ Anfertigungsware

Belastungsrichtungen



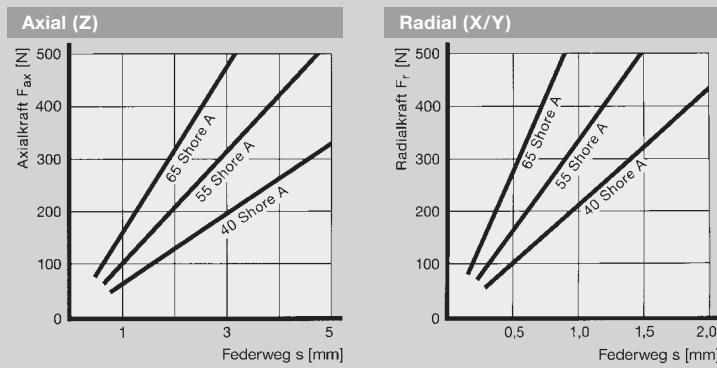
## SCHWINGMETALL® Torsionselemente



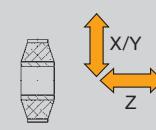
Ringelemente			max. Belastungen			Masse Stück [kg]	Elas- tomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]				
217	217	66	450	450	330	0,168	40	21489	3926402000
333	333	104	600	600	500	0,168	55	21489	3926202000
540	540	156	700	700	600	0,168	65	21489	3926102000

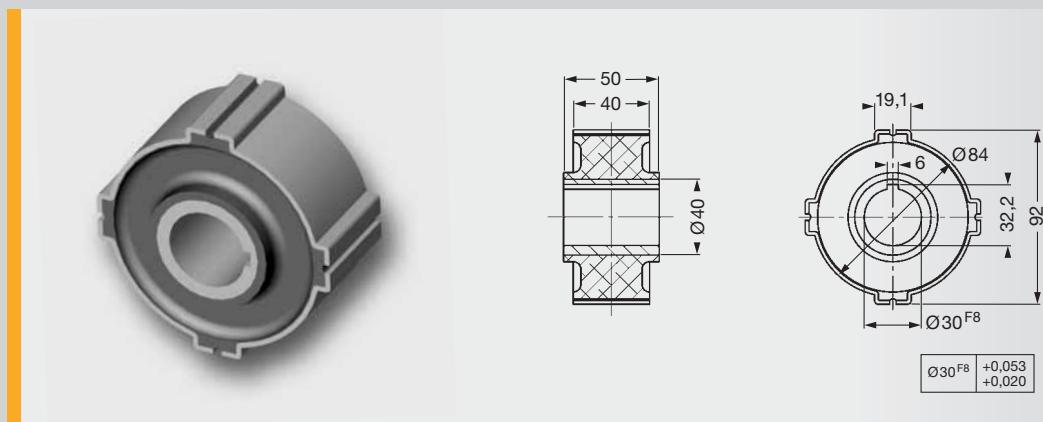
- Außenring vierteilig,  
Schlitzbreite 1,5 mm  
Einbaumaß Ø 64 mm
- Hauptbelastungsrichtung Radial,  
statische axiale Lasten unzulässig

### Kennlinien Form-Nr. 21489



### Belastungsrichtungen



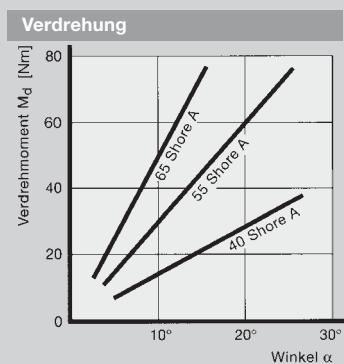
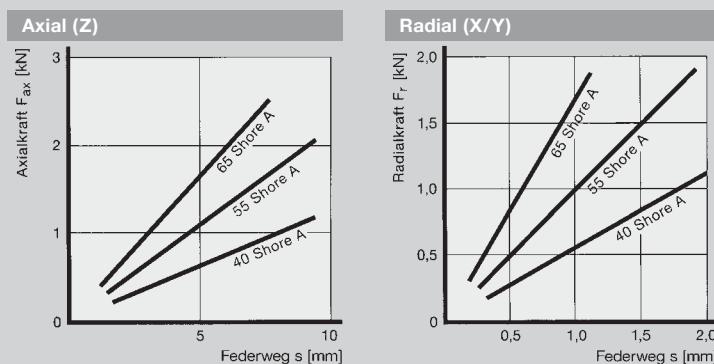


### Torsionsbuchse

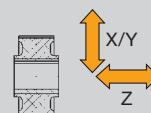
Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse Stück [kg]	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]				
554	554	124	1100	1100	950	0,53	40	27843a	3926404000
990	990	207	1750	1750	1650	0,53	55	27843a	3926204000
1652	1652	326	1800	1800	2200	0,53	65	27843a	3926104000

- Außenring vierteilig,  
Schlitzbreite 1,2 mm  
Einbaumaß Ø 83 mm
- Hauptbelastungsrichtung Radial,  
statische axiale Lasten unzulässig

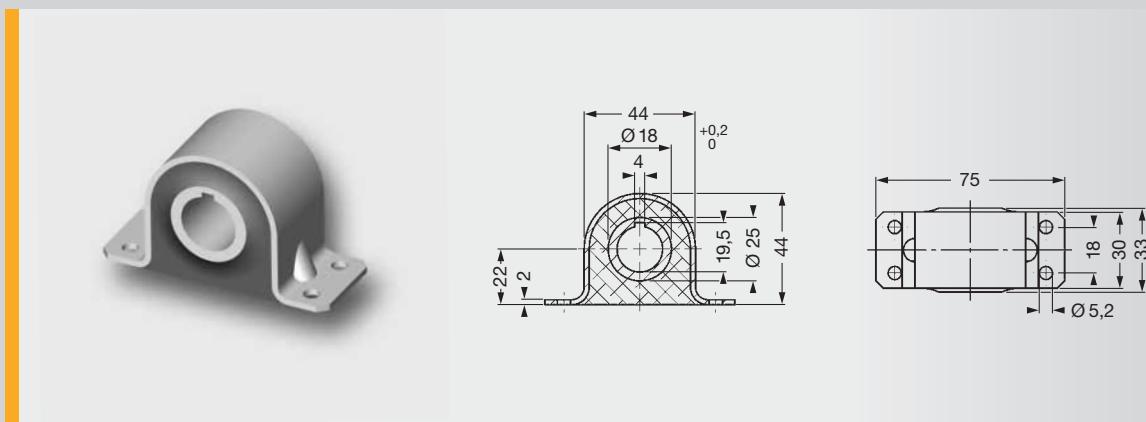
### Kennlinien Form-Nr. 27843a



### Belastungsrichtungen



# SCHWINGMETALL® Torsionselemente

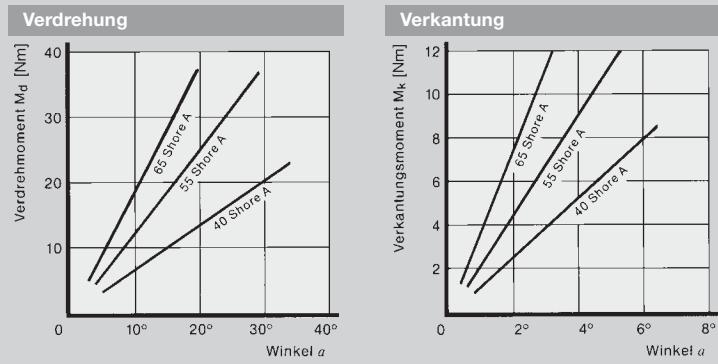
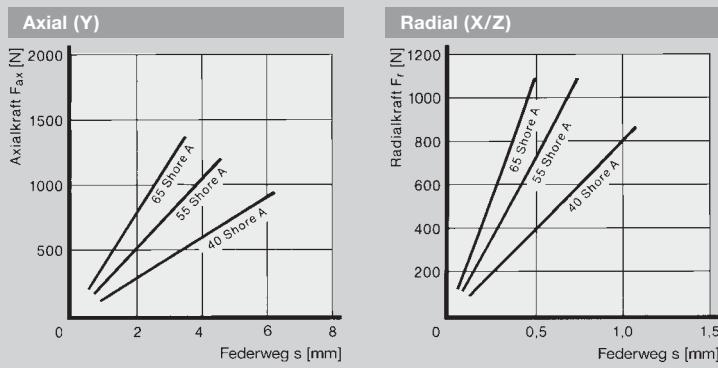


Form-Nr. 31510

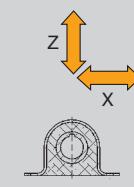
Bügelemente									
Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse Stück [kg]	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]				
800	152	800	850	750	850	0,153	40	31510	3936401001
1413	267	1413	1100	1100	1100	0,153	55	31510	3936201001
2187	400	2187	1150	1300	1150	0,153	65	31510	3936101001
1259	189	1259	1500	1100	1500	0,423	40	31700	3936402001
2267	344	2267	2200	1900	2200	0,423	55	31700	3936202001
3378	567	3378	2800	2200	2800	0,423	65	31700	3936102001

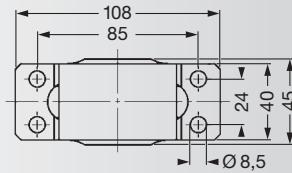
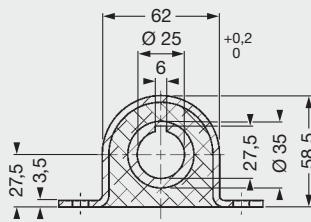
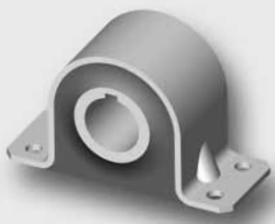
► Hauptbelastungsrichtung Radial,  
statische axiale Lasten unzulässig

## Kennlinien Form-Nr. 31510



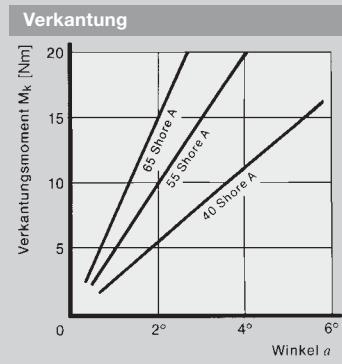
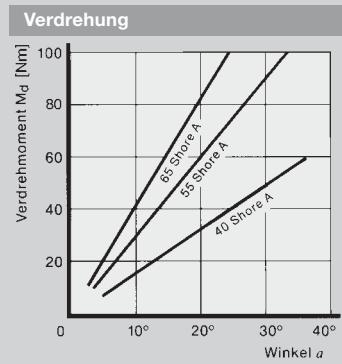
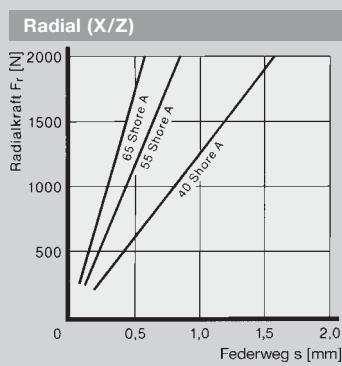
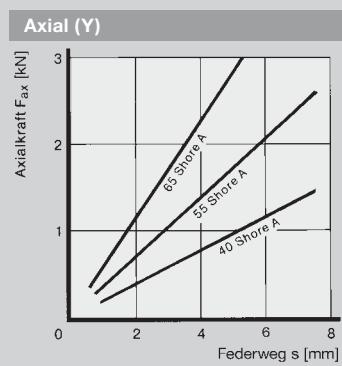
### Belastungsrichtungen



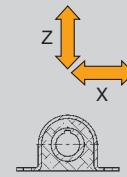


Form-Nr. 31700

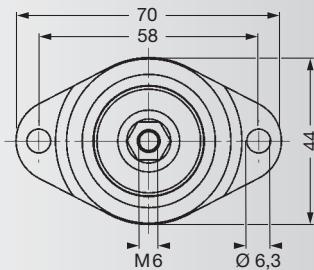
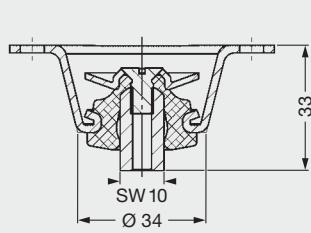
### Kennlinien Form-Nr. 31700



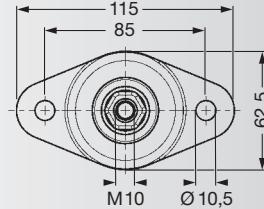
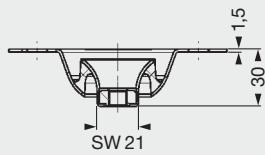
### Belastungsrichtungen



## SCHWINGMETALL® Spezialelemente



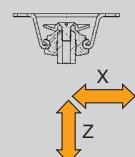
Form-Nr. 58500



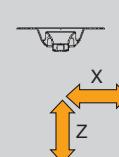
Form-Nr. 27994

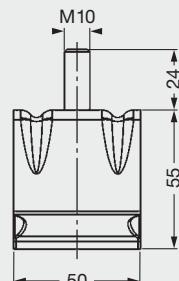
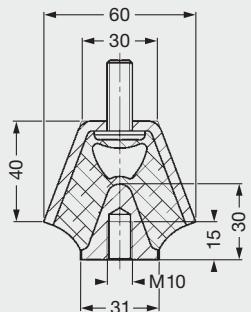
Glockenelemente									
Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]	Stück [kg]			
27	27	24	40	40	100	0,098	40	58500	3956408000
36	36	44	54	54	160	0,098	55	58500	3956208000
49	49	68	70	70	200	0,098	65	58500	3956108000
24	24	90	48	48	250	0,11	40	27994	3956404000
47	47	165	95	95	500	0,11	55	27994	3956204000
74	74	235	150	150	700	0,11	65	27994	3956104000

## Belastungsrichtungen

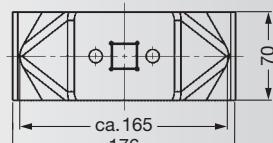
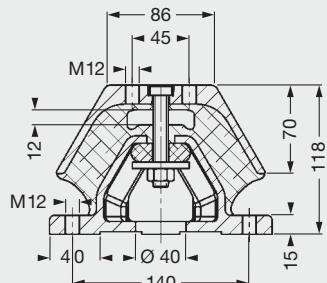


## Belastungsrichtungen





Form-Nr. 38451

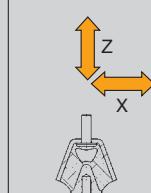


Form-Nr. 33660

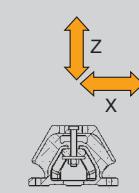
### Dachelemente

Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]	Stück			
613	158	306	600	320	690	0,413	55	38451	3946208000
950	298	880	4500	1500	9810	3,3	55	33660	3946209000
1462	459	1354	6500	2000	14000	3,3	65	33660	3946109000

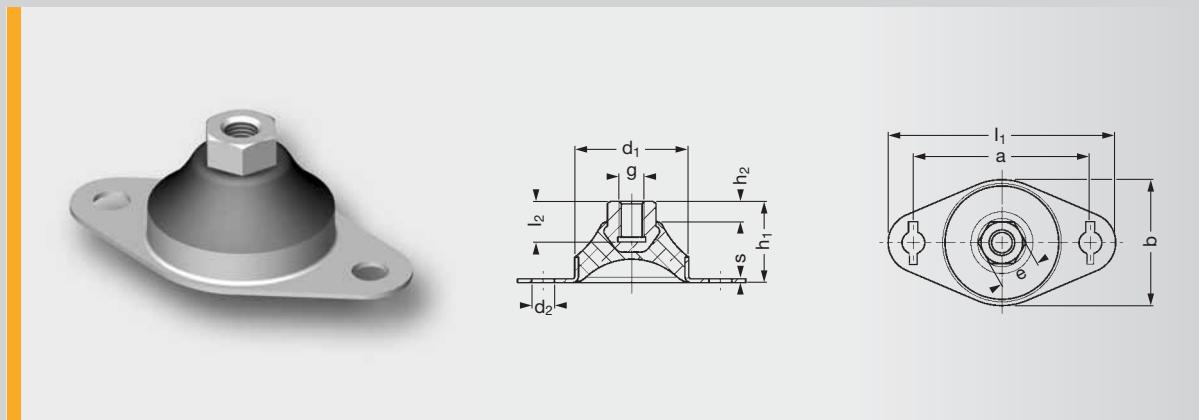
Belastungsrichtungen



Belastungsrichtungen



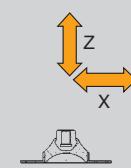
## SCHWINGMETALL® Spezialelemente



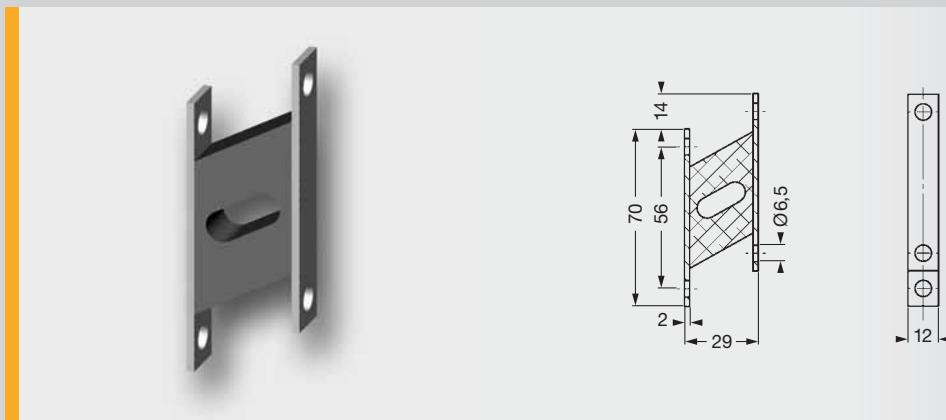
Hutelemente											
Abmessungen											
a [mm]	b [mm]	d <sub>1</sub> [mm]	d <sub>2</sub> [mm]	e [mm]	g [mm]	h <sub>1</sub> [mm]	h <sub>2</sub> [mm]	l <sub>1</sub> [mm]	l <sub>2</sub> [mm]	s [mm]	
45	35	30	6	SW11	M6	20	5	60	8	1,5	
45	35	30	6	SW11	M6	20	5	60	8	1,5	
45	35	30	6	SW11	M6	20	5	60	8	1,5	
70	50	45	9	SW17	M10	32	8	90	16	1,5	
70	50	45	9	SW17	M10	32	8	90	16	1,5	
70	50	45	9	SW17	M10	32	8	90	16	1,5	
105	80	70	13	SW24	M16	50	13	140	17	2,0	
105	80	70	13	SW24	M16	50	13	140	17	2,0	
105	80	70	13	SW24	M16	50	13	140	17	2,0	

Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse Stück [kg]	Elas- tomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]				
28	28	28	50	50	100	0,025	40	27860	3956401000
54	54	54	100	100	200	0,025	55	27860	3956201000
93	93	93	120	120	250	0,025	65	27860	3956101000
44	44	44	100	100	200	0,074	40	27859	3956402000
75	75	75	175	175	350	0,074	55	27859	3956202000
122	122	122	275	275	550	0,074	65	27859	3956102000
88	88	88	400	400	800	0,250	40	27924	3956403000
160	160	160	700	700	1400	0,250	55	27924	3956203000
230	230	230	1000	1000	2200	0,250	65	27924	3956103000

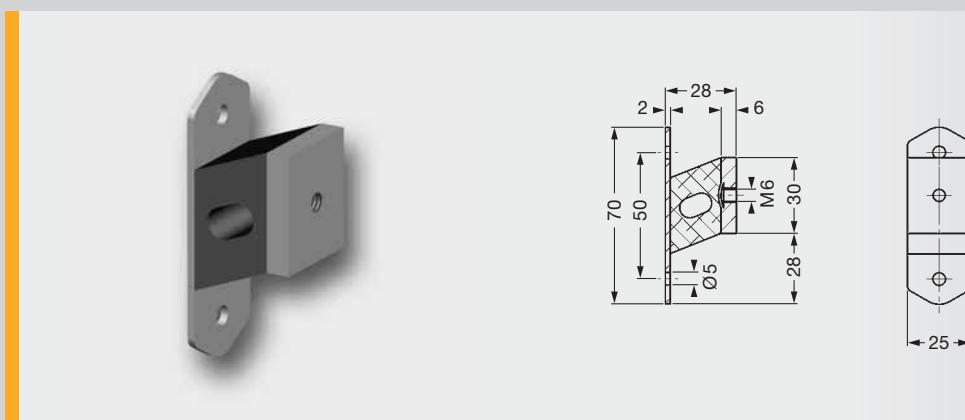
## Belastungsrichtungen



## SCHWINGMETALL® Spezialelemente



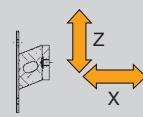
Form-Nr. 25187



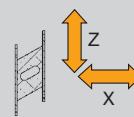
Form-Nr. 25284

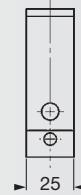
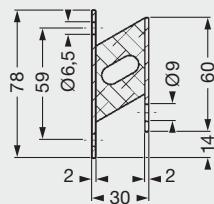
Geräteelemente								
Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.
C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]	Stück [kg]		Artikel-Nr.
20	4	4	60	20	40	0,035	40	25187 3946403000
39	6	6	110	40	80	0,035	55	25187 3946203000
60	10	10	180	50	100	0,035	65	25187 3946103000
54	9	9	125	45	90	0,072	40	25284 3946401000
104	16	16	250	75	150	0,072	55	25284 3946201000
160	25	25	360	100	200	0,072	65	25284 3946101000
43	8	8	130	40	100	0,076	40	21423 3946404000
83	14	14	205	70	200	0,076	55	21423 3946204000
128	23	23	300	120	250	0,076	65	21423 3946104000
73	20	20	180	100	200	0,127	40	24332 3946406000
140	37	37	350	185	250	0,127	55	24332 3946206000
215	57	57	500	200	280	0,127	65	24332 3946106000

Belastungsrichtungen

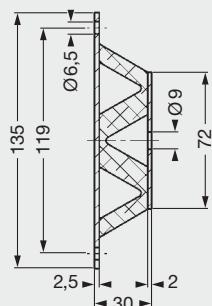


Belastungsrichtungen



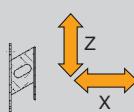


Form-Nr. 21423

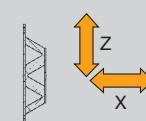


Form-Nr. 24332

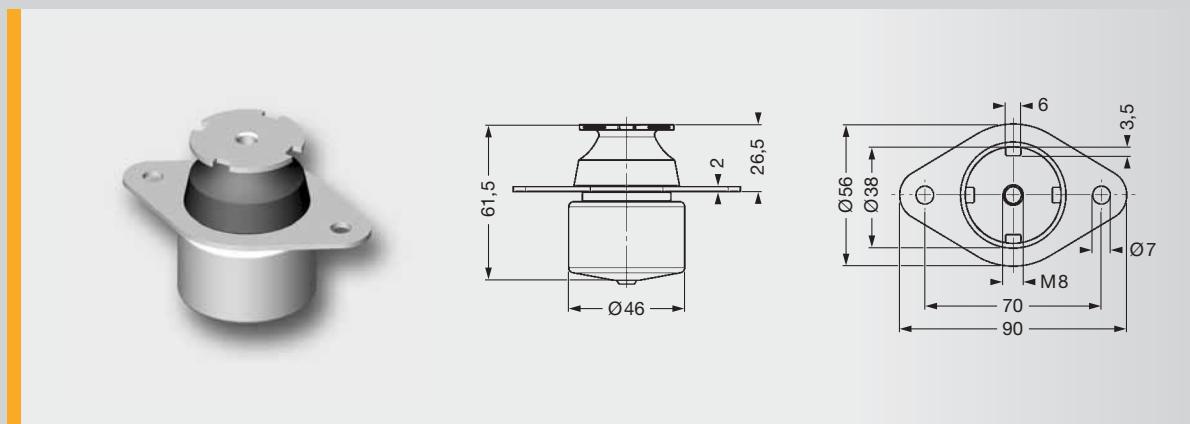
#### Belastungsrichtungen



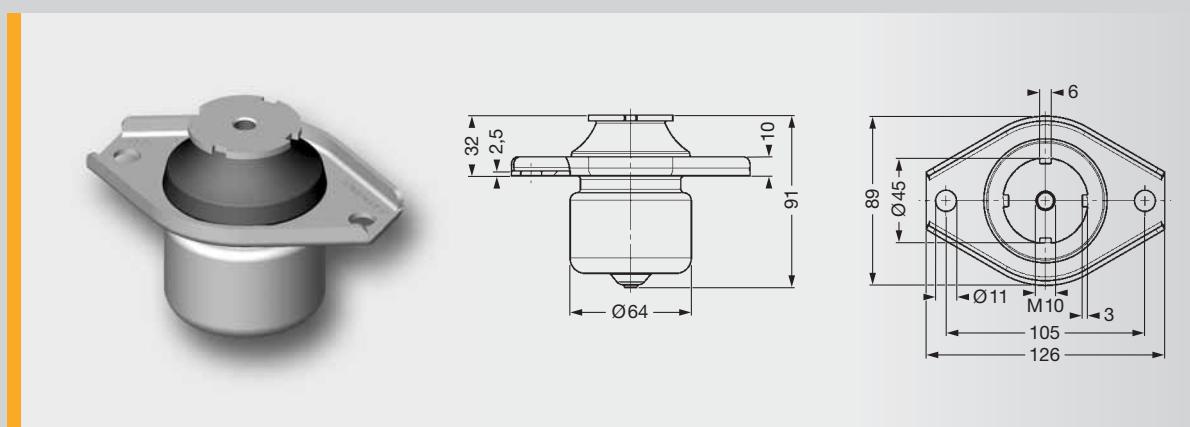
#### Belastungsrichtungen



## SCHWINGMETALL® Hydrolager



Hydrolager V 250



Hydrolager V 600

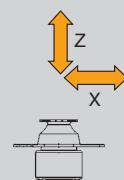
Hydrolager Serie V												
Federsteifigkeiten				max. Belastungen			Ausreiß-kraft	Masse	Elastomer-Härte	Hydro-lager	Form-Nr.	Artikel-Nr.
C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	C <sub>dyn</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]	[kN]	Stück [kg]	[Shore A]			
15	15	49	250	77	77	300	> 3	0,200	40	V 250	102216	3978814001
45	45	159	520	194	194	750	> 9	0,593	45	V 600	100787	3978810001
58	58	228	770	458	458	1500	>15	0,775	55	V 1500	54439	3978813001
74	74	290	1080	530	530	1750	>15	0,775	60	V 1500	54439	3978812010
115	115	450	1730	750	750	2450	>15	0,775	70	V 1500	54439	3978811001
108	108	568	1520	1035	1035	3500	>30	1,100	55	V 3200	210182	3978815001

► Maximal zulässige Schräglage zur Belastungsrichtung 15°

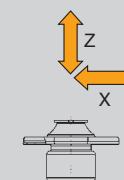
Kennlinien Hydrolager Serie V  
siehe Seite 70–71 ►

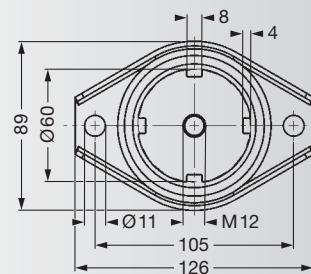
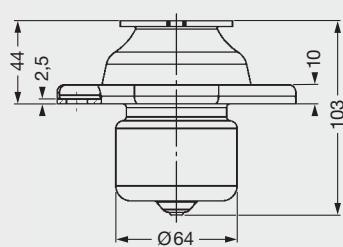
► Der Befestigungsflansch muss außerhalb des Topfes vollflächig unterstützt werden.

Belastungsrichtungen

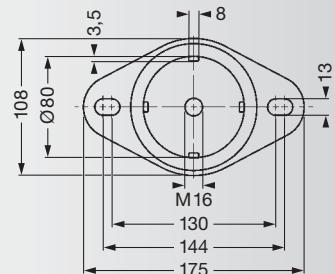
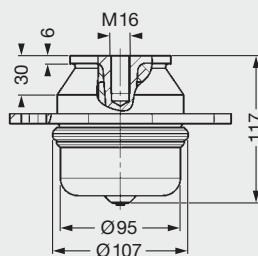
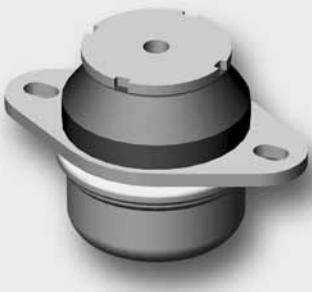


Belastungsrichtungen



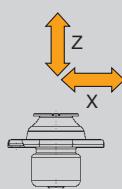


Hydrolager V 1500

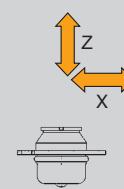


Hydrolager V 3200

**Belastungsrichtungen**

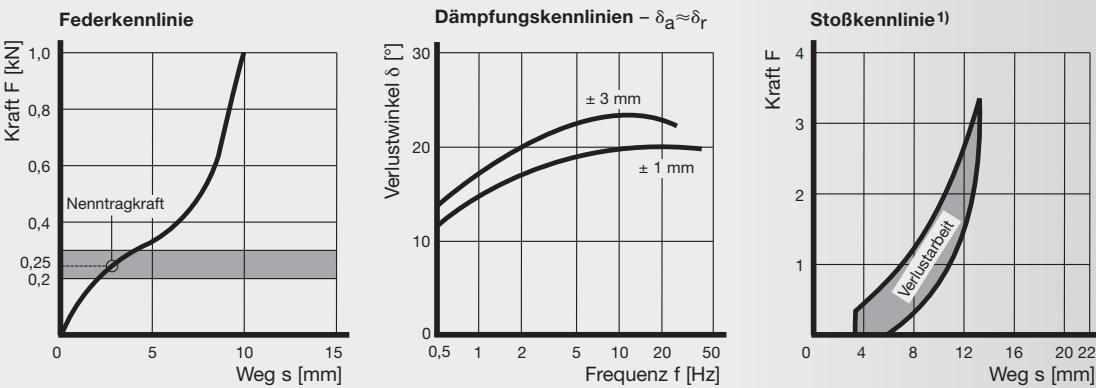


**Belastungsrichtungen**

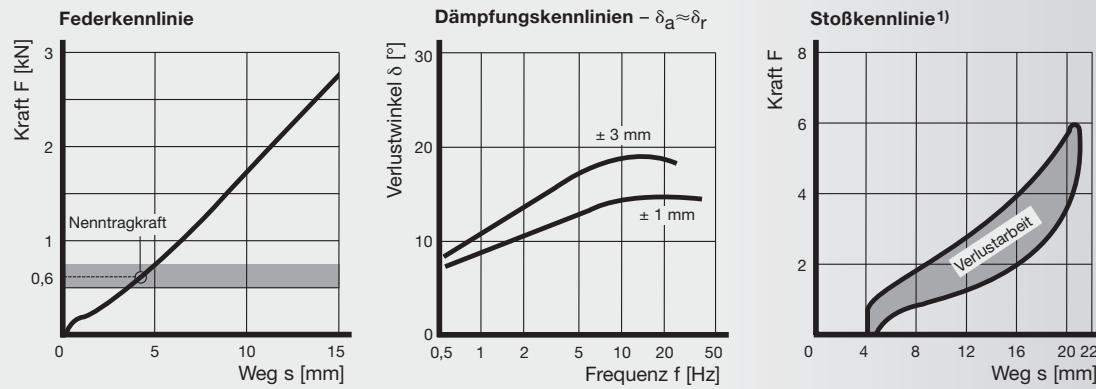


# SCHWINGMETALL® Hydrolager

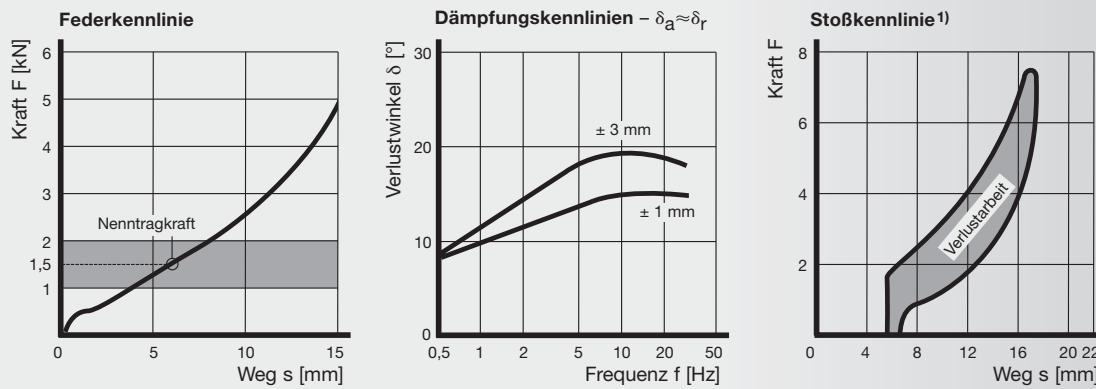
## Kennlinien Hydrolager V 250 40 Shore A



## Kennlinien Hydrolager V 600 45 Shore A

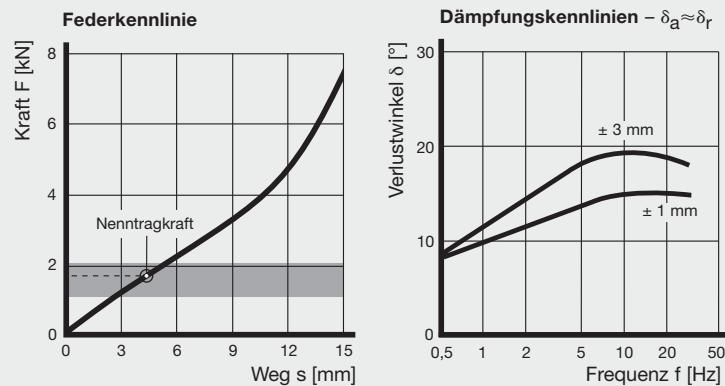


## Kennlinien Hydrolager V 1500 55 Shore A

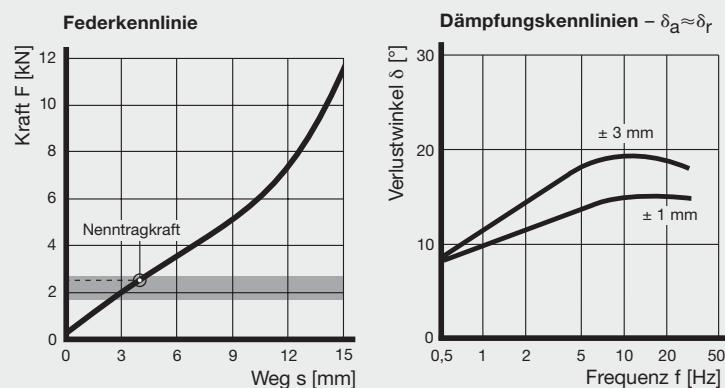


<sup>1)</sup> Stoß bei Nennlast.

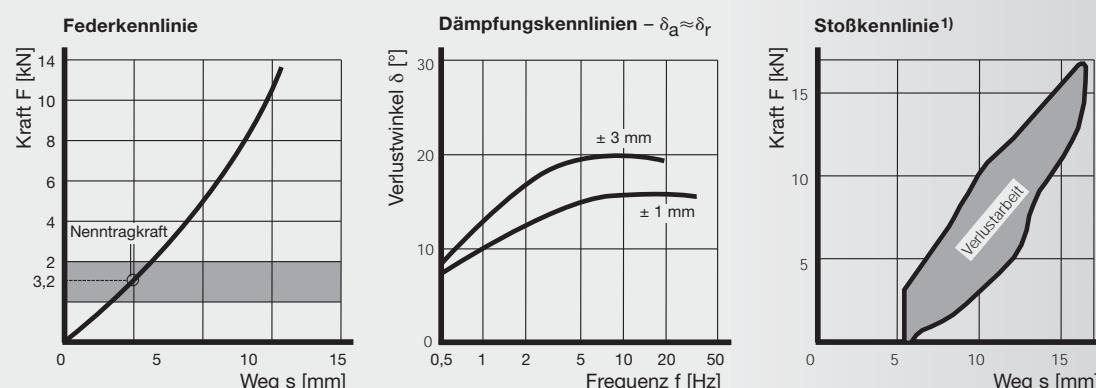
### Kennlinien Hydrolager V 1500 60 Shore A



### Kennlinien Hydrolager V 1500 70 Shore A

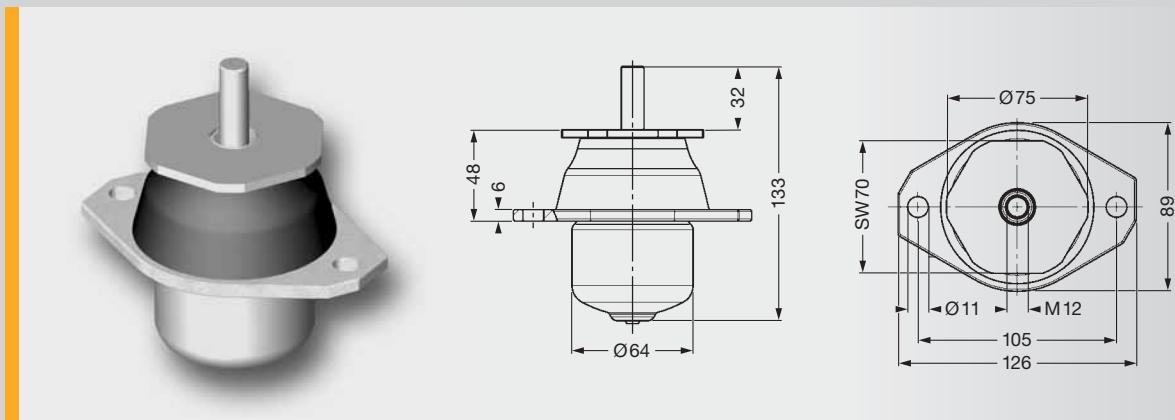


### Kennlinien Hydrolager V 3200 55 Shore A



<sup>1)</sup> Stoß bei Nennlast.

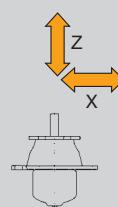
## SCHWINGMETALL® Hydrolager



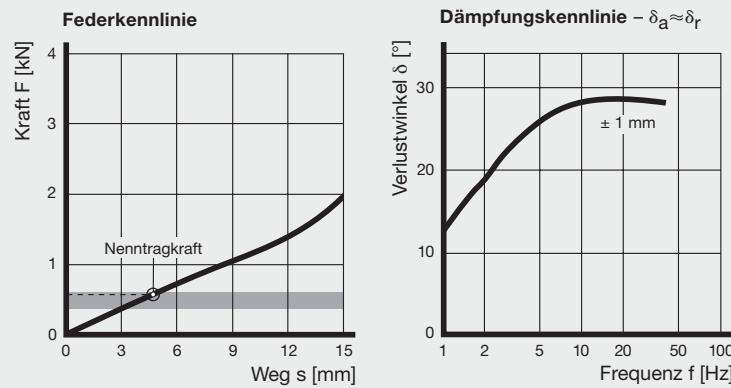
## Hydrolager Serie V plus

Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse Stück [kg]	Elastomer Härte [Shore A]	Form-Nr.	Artikel-Nr.
C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]				
60	60	160	300	300	600	2,8	40	210 736	4000006782
100	100	300	600	600	1500	2,8	55	210 736	4000006507
150	150	500	800	800	2500	2,8	68	210 736	4000006740

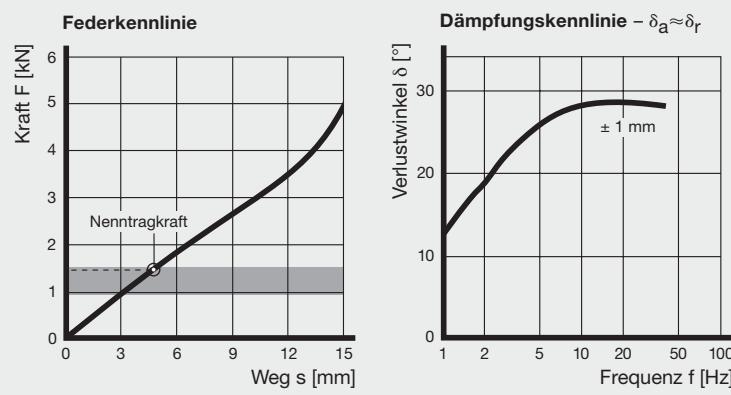
## Belastungsrichtungen



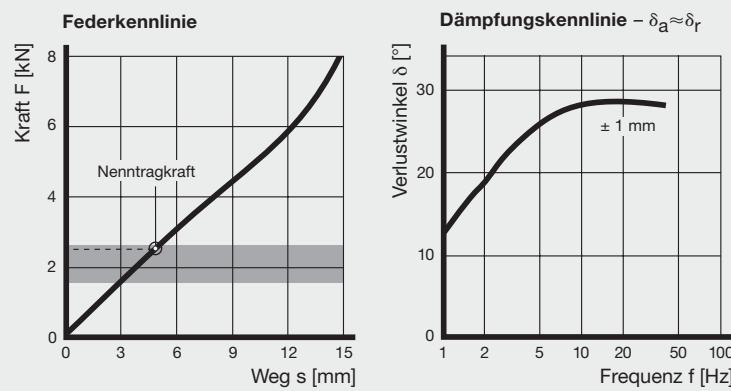
### Kennlinien Hydrolager V 1500 plus 40 Shore A



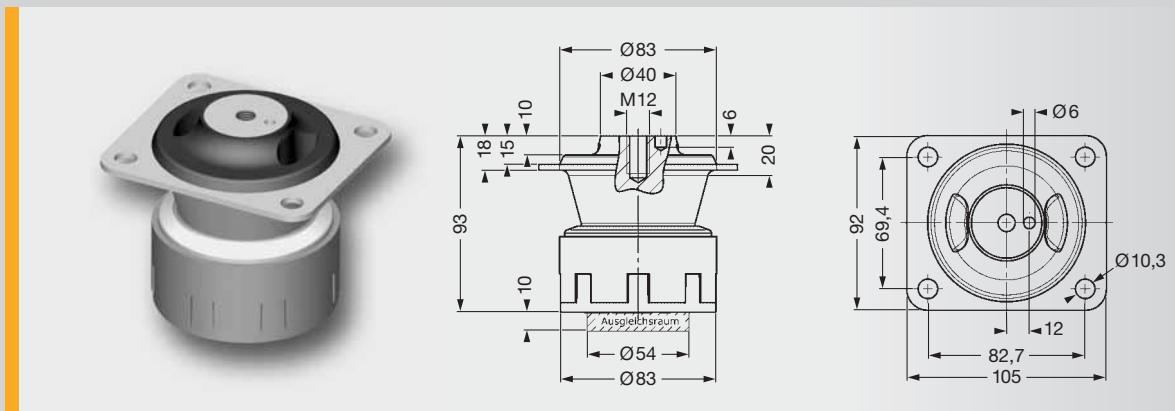
### Kennlinien Hydrolager V 1500 plus 55 Shore A



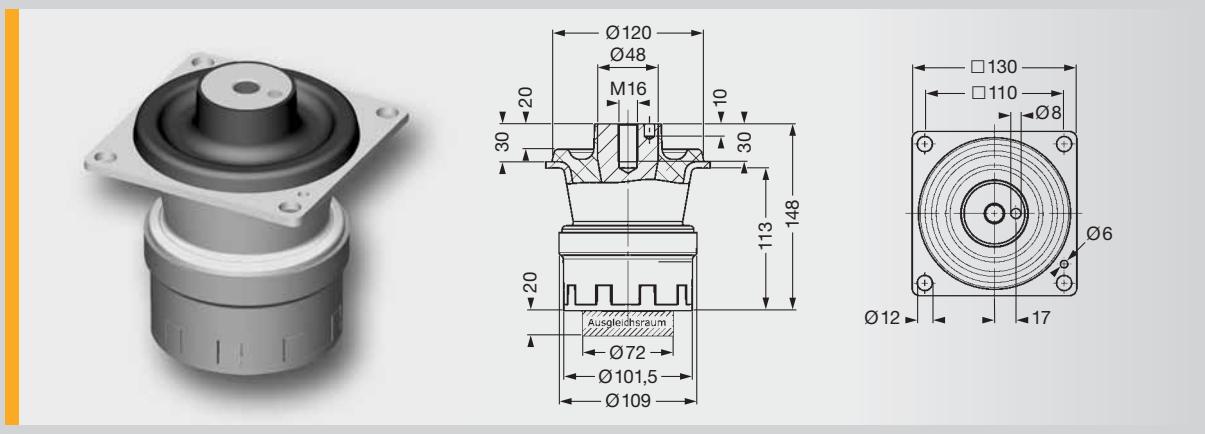
### Kennlinien Hydrolager V 1500 plus 68 Shore A



## SCHWINGMETALL® Hydrolager



Hydrolager K 2000



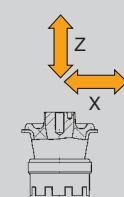
Hydrolager K 3500 LT

Hydrolager Serie K										
Federsteifigkeiten			max. Belastungen			Masse	Elastomer Härte [Shore A]	Hydro-lager	Form-Nr.	Artikel-Nr.
C <sub>x</sub> [N/mm]	C <sub>y</sub> [N/mm]	C <sub>z</sub> [N/mm]	F <sub>x</sub> [N]	F <sub>y</sub> [N]	F <sub>z</sub> [N]	Stück				
1200	1500	390	4500	6000	1800	1,2	55	K 2000	212745	4000006687
500	500	250	2500	2500	1500	3,0	40	K 3500 LT	212706	4000006546
1000	1000	500	5000	5000	3000	3,0	55	K 3500 LT	212706	4000006547
2400	2400	1000	5000	5000	3500	3,2	65	K 3500	210470	4000005321

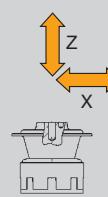
- ▶ **Hydrolager K 2000:** Anschlagscheibe in Z-Richtung mit min Ø 80 mm erforderlich.
- ▶ **Hydrolager K 3500 LT:** Anschlagscheibe in Z-Richtung mit min Ø 120 mm erforderlich.
- ▶ **Hydrolager K 3500:** Anschlagscheibe in Z-Richtung mit min Ø 120 mm erforderlich.

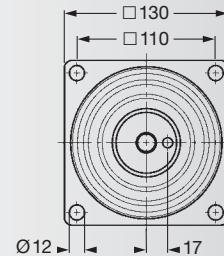
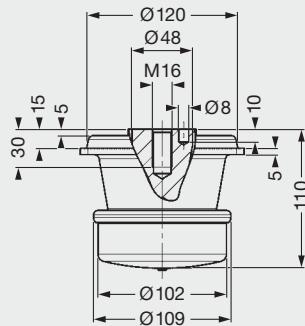
Kennlinien Hydrolager Serie K  
siehe Seite 76–77 ►

### Belastungsrichtungen



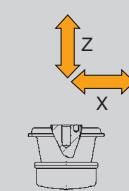
### Belastungsrichtungen





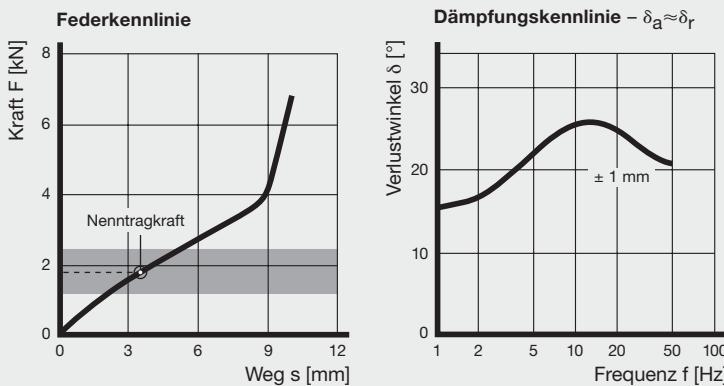
Hydrolager K 3500

**Belastungsrichtungen**

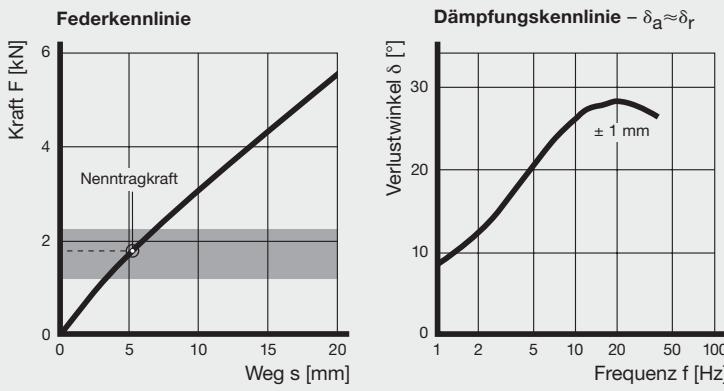


## SCHWINGMETALL® Hydrolager

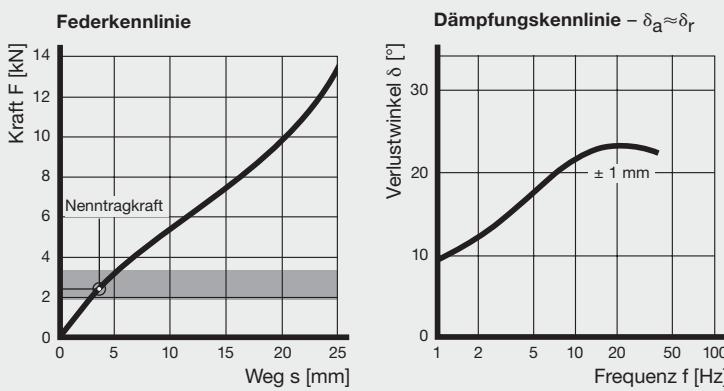
### Kennlinien Hydrolager K 2000 55 Shore A



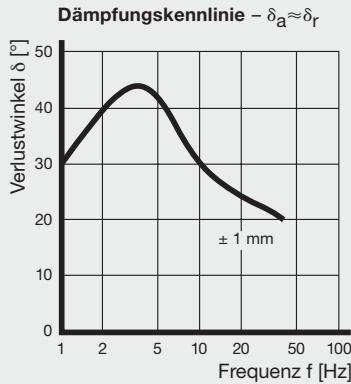
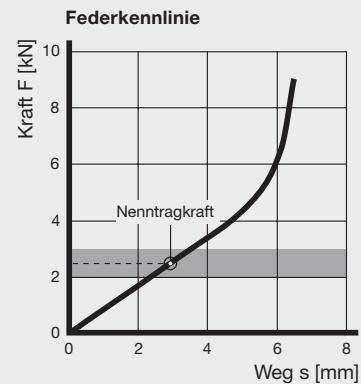
### Kennlinien Hydrolager K 3500 LT 40 Shore A



### Kennlinien Hydrolager K 3500 LT 55 Shore A



### Kennlinien Hydrolager K 3500 65 Shore A



# SCHWINGMETALL® Produktbeschreibung

## Vielseitig bewährte Gummi-Metall-Verbindung für federnde Lagerungen:

- **dämmt Erschütterungen und Körperschall**
- **isoliert Maschinenschwingungen**
- **reduziert Beschleunigungen**
- **schützt vor Lärm**

ContiTech stellt seit mehreren Jahrzehnten SCHWINGMETALL® Gummi-Metall-Verbindungen her. Als Konstruktionselemente bewähren sie sich für federnde Lagerungen von Motoren, Maschinen und Aggregaten, zur Reduzierung von Stößen und als drehelastische Kupplungen. Sie eignen sich hervorragend, um störende, schädliche oder sogar gefährliche Schwingungen, Stöße oder Lärm zu mindern. Entwicklungen zu immer leichteren Konstruktionen und Forderungen nach verbesserten Arbeitsbedingungen haben dazu geführt, dass SCHWINGMETALL® auf vielen Gebieten der Technik erfolgreich eingesetzt wird.

Spannungsgünstig gestaltete Querschnitte und weiterentwickelte Elastomer-Werkstoffe ergeben vielseitig einsetzbare Elemente. Moderne Verfahren für Vulkanisation und Elastomer-Metall-Bindung gewährleisten hochwertige Produkte in Großserien. Ausgewählte Qualitätssicherungssysteme sorgen für Konstruktionselemente mit genau definierten, gleichbleibenden Eigenschaften. Theoretische Berechnungen und praktische Erfolge stimmen überein.

SCHWINGMETALL® gibt es in einem umfangreichen, sorgfältig abgestimmten Standardprogramm. Die Lieferbereitschaft für mehr als 500 Artikel mit unterschiedlichen Abmessungen, Elastomer-Härte und Metallteil-Ausführungen bietet Lösungen auch für schwierige Schwingungs- und Konstruktionsprobleme. Für spezielle Fälle sind Sonderausführungen auf Anfrage lieferbar.

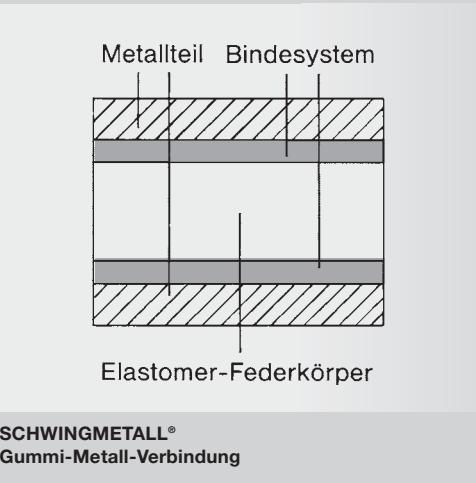
SCHWINGMETALL® wird durch spezialisierte regionale Vertriebsfirmen mit kurzen Wegen zum Verbraucher sowie durch die Anwendungstechnik von ContiTech Vibration Control betreut. Langjährige Erfahrungen und vielseitige Kenntnisse ermöglichen es, Schwingungsprobleme zu analysieren und in praktische Lösungen umzusetzen.

## Aufbau

Das Prinzip der Gummi-Metall-Verbindung der SCHWINGMETALL®-Elemente ist im Aufbau bei den verschiedenen Elastomeren, die entsprechend den Anforderungen eingesetzt werden, immer gleich: Auf die Metallteile wird ein Bindesystem aufgespritzt, dann werden die Metallteile in die Vulkanisationsform eingelegt. Der Kautschuk wird eingespritzt und in der aufgeheizten Form ausvulkanisiert.

Schematischer Aufbau

Abb. 1



**SCHWINGMETALL®**  
Gummi-Metall-Verbindung

## Elastomere

Der Elastomer-Federkörper entspricht durch Form und Material einem genau definierten Federungsverhalten. Für das Material bietet Continental mit Werkstoffen aus den Polymeren Naturkautschuk, Chloropren-Kautschuk und Acrylnitril-Butadien-Kautschuk in verschiedenen Härteinstellungen ein praxisgerechtes Programm. Jeder Werkstoff verbindet herausragende Materialeigenschaften mit wirtschaftlichen Fertigungsmöglichkeiten.

Naturkautschuk (NR) wird für die meisten SCHWINGMETALL®-Anwendungen eingesetzt. Er zeichnet sich durch hohe Rückprall-Elastizität und geringe Kriechwerte aus. NR ist nicht beständig gegen dauernde Öleinwirkung. Gelegentliche und geringfügige Ölbenutzung beeinträchtigen Funktion und Lebensdauer nicht.

Chloropren-Kautschuk (CR) ist bedingt ölstabil und wird vorzugsweise dann eingesetzt, wenn erhöhte Witterungsbeständigkeit gefordert wird. Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR) wird bei zwingend notwendiger Ölbeständigkeit verwendet.

**Eigenschaften verschiedener Elastomere**
**Tabelle 1**

Elastomer	Natur-Kautschuk	Chloropren-Kautschuk	Acrylnitril-Butadien-Kautschuk
Kurzzeichen nach DIN ISO 1629	NR	CR	NBR
Härte Bereich nach DIN 53 505	[Shore A]	40 ... 80	40 ... 80
Zugfestigkeit Für den günstigsten Härtebereich nach DIN 53 504	[N/mm <sup>2</sup> ]	25	18
Reißdehnung Für den günstigsten Härtebereich nach DIN 53 504	[%]	500	350
Rückprall-Elastizität nach DIN 53 512		hervorragend	sehr gut
Dämpfung nach DIN 53 513		niedrig	mittel
Temperatur-Anwendungsbereich	[°C]	-50 ... 70 <sup>1)</sup>	-30 ... 90
Druck-Verformungsrest nach DIN 53 517		niedrig	niedrig
Alterungsbeständigkeit nach DIN 53 578		mäßig	sehr gut
Witterungsbeständigkeit		mäßig	sehr gut
Elektrische Eigenschaften		isolierend bis antistatisch für niedrige, antistatisch bis leitfähig für höhere Härten	
Beständigkeit gegen Wasser Alkalien Säuren Öl, Fette	gut gut gut gering	mäßig gut gut mäßig	gut gut gut gut

<sup>1)</sup> temperaturfeste Sonderausführungen auf Anfrage

**Metallteile**

Die Metallteile sind den Erfordernissen der Praxis angepasst. Sie ermöglichen eine einfache Befestigung und übernehmen die Lasteinleitung und -verteilung in den Elastomer-Federkörper. Die Metalloberflächen sind durch Lackierung bzw. elektrolytische Zinkabscheidung mit anschließender Passivierung gegen Korrosion geschützt.

**Bindung**

Die Bindung zwischen Elastomer-Federkörper und Metallteil erfolgt durch Haftvermittler gleichzeitig mit der Vulkanisation. Die verwendeten Zweischichtsysteme – bestehend aus Primer und Covercoat – gewährleisten eine korrosionsbeständige und feste Verbindung.

Moderne Verfahren für Metallteil-Vorbehandlung und Vulkanisation sowie ständige Qualitätsprüfungen in allen Verarbeitungsstufen sichern einen hohen und gleichbleibenden Standard.

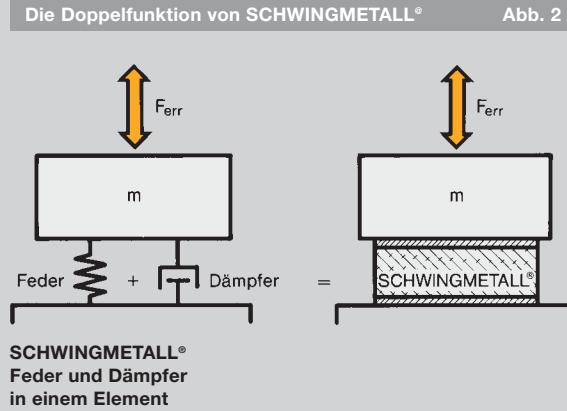
# SCHWINGMETALL® Wirkungsweise

## Grundsätzliches

Arbeitende Maschinen erzeugen Schwingungen, die Erschütterungen und Geräusche verursachen. Erschütterungen entsprechender Größe können Schäden an Gebäuden und Maschinen hervorrufen oder die Arbeitsweise anderer Maschinenanlagen beeinträchtigen. Erschütterungen bzw. Körperschall werden in vielen Fällen durch Konstruktionsteile des Gebäudes, z. B. Rohrleitungen, in Nebenräume übertragen. Wenn entsprechende Resonanzböden (Decken, Wände, Heizkörper) vorhanden sind, kann der ungedämmt weitergeleitete Körperschall in Luftschall umgesetzt und für das menschliche Ohr unerträglich werden.

SCHWINGMETALL® mindert die Weiterleitung von Erschütterungs- und Körperschallschwingungen in die Umgebung (Aktiv-Entstörung) bzw. die Einwirkung von Schwingungen aus der Umgebung auf empfindliche Apparaturen (Passiv-Entstörung). SCHWINGMETALL® hat den Vorteil, sowohl zu federn und somit zu dämmen als auch zu dämpfen. Es ist dadurch anderen Federelementen aus metallischen Werkstoffen überlegen, bei denen diese Funktionen nur mit erheblichem Mehraufwand erzielt werden können.

Um mit SCHWINGMETALL® gute Ergebnisse zu erzielen, müssen die für alle federnden Lagerungen geltenden physikalischen Gesetze der Schwingungslehre berücksichtigt werden. Die folgenden Ausführungen behandeln die für das Verständnis und die Berechnung notwendigen Begriffe und Größen.



## Federung

Eine Kraft F oder ein Moment M, die auf ein SCHWINGMETALL®-Element einwirken, verformen dieses um einen Federweg s bzw. einen Verdrehwinkel. Der Grad der Verformung hängt von der Größe der Kraft F bzw. des Momentes M, der Elastomer-Härte H und der geometrischen Gestalt des SCHWINGMETALL®-Elementes ab.

Das Verhältnis der aufgewendeten Kraft F zum Federweg s bzw. des Momentes M zum Verdrehwinkel bezeichnet man als Federsteifigkeit c bzw. Verdrehfedersteifigkeit  $c_v$ .

$$c = \frac{F}{s} \text{ N/mm}$$

$$c_v = \frac{M}{\alpha} \text{ Nm/Grad}$$

$$c_v = \frac{M}{\alpha} \cdot 57,3 \text{ Nm/rad}$$

Die geometrische Gestalt des SCHWINGMETALL®-Elementes und die Art der Beanspruchung (Druck, Schub, Zug) beeinflussen den Verlauf der Verformungskennlinie. Sie kann progressiv, linear oder degressiv verlaufen. (siehe Abb. 3) Für lineare Kennlinien sind die Federsteifigkeiten c bzw.  $c_v$  über den gesamten Federungsbereich konstant. Für progressive oder degressive Kennlinien sind die Federsteifigkeiten federwegabhängig.

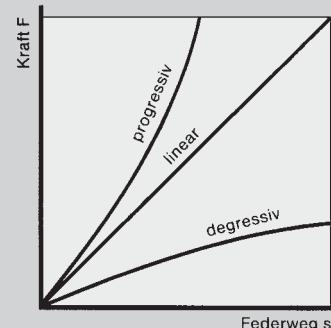
$$c = f(s) = \frac{dF}{ds} \text{ N/mm}$$

$$c_v = f(\alpha) = \frac{dM}{d\alpha} \text{ Nm/Grad}$$

$$c_v = f(\hat{\alpha}) = \frac{dM}{d\hat{\alpha}} \text{ Nm/rad}$$

## Verformungskennlinie

Abb. 3



In diesen Fällen wird für die Ermittlung der Federsteifigkeit die Tangente im Arbeitspunkt A an die Kennlinie angelegt. (siehe Abb. 4 a + 4 b) Das Steigungsmaß der Tangente gibt den Wert für die Federsteifigkeit c an. Sie errechnet sich nach folgenden Formeln:

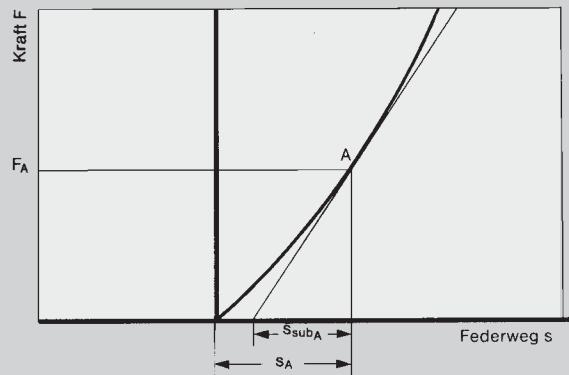
$$c = \frac{dF}{ds} = \frac{F_A}{s_{subA}} \text{ N/mm}$$

$$c_v = \frac{dM}{d\alpha} = \frac{M_A}{\alpha_{subA}} \text{ Nm/rad}$$

Druckbeanspruchte SCHWINGMETALL®-Elemente neigen zu progressivem, schub- und zugbeanspruchte zu degressivem Kennlinienverlauf. Der Grad der Progressivität bzw. Degravität ist von der Geometrie des SCHWINGMETALL®-Elementes und von der Größe der Verformung abhängig. Durch Überlagerung von Druck- und Schubbeanspruchung erhält man über große Verformungsbereiche lineare Kennlinienverläufe.

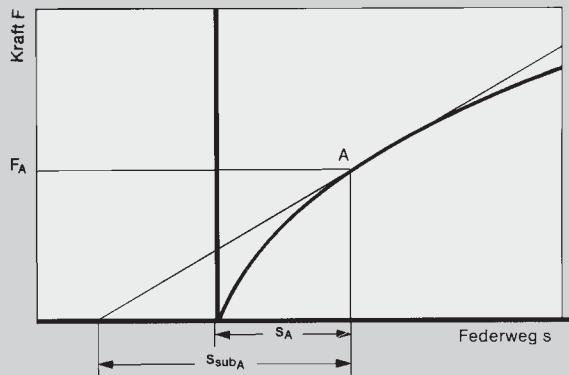
**Subtangente an progressiver Kennlinie**

**Abb. 4 a**



**Subtangente an degressiver Kennlinie**

**Abb. 4 b**



**Ermittlung der Drehfedersteifigkeit c  
(Ermittlung der Verdrehfedersteifigkeit c<sub>v</sub> analog)**

# SCHWINGMETALL® Wirkungsweise

## Eigenschwingungszahl, Resonanz

Jedes Feder-Masse-System führt Schwingungsbewegungen aus, sobald es erregt wird. In der Praxis unterscheidet man zwei Arten der Erregung:

- Stoßerregung
- kontinuierliche Erregung

Wird das System durch einen Einzelstoß, z. B. beim Stanzen, aus seiner Ruhelage ausgelenkt, dann schwingt es mit seiner Eigenschwingungszahl (Eigenfrequenz) so lange, bis die dem System zugeführte Bewegungsenergie sich infolge Dämpfung in Wärme umgesetzt hat.

Wird das System kontinuierlich erregt, z. B. infolge Restunwuchten rotierender Maschinen, dann schwingt es stets mit der ihm aufgezwungenen Erregerschwingungszahl (Erregerfrequenz).

Ist die Erregerschwingungszahl gleich der Eigenschwingungszahl des Systems, dann liegt Resonanz vor. Bei nicht vorhandener Dämpfung im System würden die Schwingungsausschläge unendlich groß werden.

Die Eigenschwingungszahl eines ungedämpften Einmassenschwingers ist durch die Federsteifigkeit c sowie die Größe der Masse m bestimmt. Sie errechnet sich nach folgender Formel:

$$\nu_e = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{c}{m} \cdot 1000} \text{ min}^{-1}$$

c in N/mm  
m in kg

Die Eigenfrequenz beträgt 1/60 des Wertes der Eigenschwingungszahl.

$$f_e = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{c}{m} \cdot 1000} \text{ Hz}$$

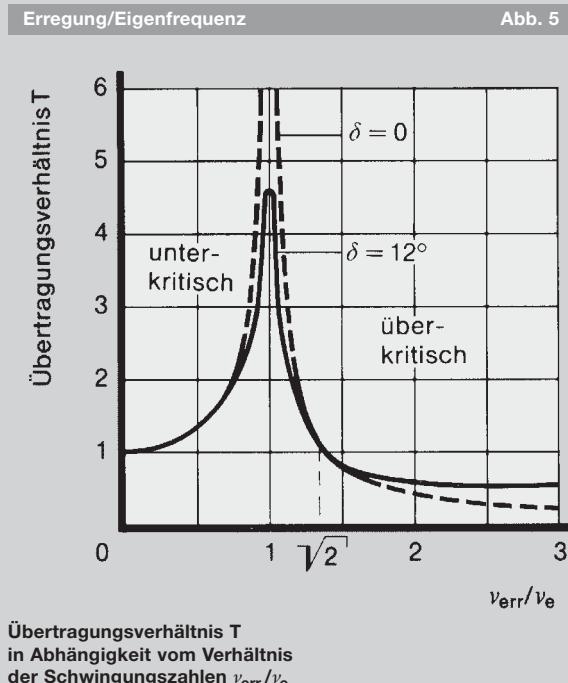
Für lineare Federkennlinien besteht zwischen dem statischen Federweg s – infolge der Masse m – und der Federsteifigkeit c ein direkter Zusammenhang. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache kann die Eigenschwingungszahl bzw. Eigenfrequenz bei Kenntnis des statischen Federweges nach folgenden Gleichungen bestimmt werden:

$$\nu_e \approx \frac{300}{\sqrt{s}} \text{ min}^{-1}$$

$$f_e \approx \frac{5}{\sqrt{s}} \text{ Hz}$$

s in cm

Für progressiv bzw. degressiv verlaufende Federkennlinien muss anstatt des realen Federweges s der Wert der Subtangente  $s_{sub}$  in obige Formel eingesetzt werden.



## Dämmung

Dämmung im schwungstechnischen Sinne heißt Erregerkräfte abbauen, so dass sie nur stark gemindert in das Fundament eingeleitet werden. Man unterscheidet zwischen Erschütterungsdämmung und Körperschalldämmung.

Werden die von einer Maschine ausgehenden Störungen von der Umgebung ferngehalten, bezeichnet man die dämmende Wirkung von SCHWINGMETALL® als Aktiv-Entstörung. Werden empfindliche Geräte gegen Störungen aus der Umgebung geschützt, spricht man von Passiv-Entstörung. Je nach Art der Schwingungsregelung können die Störungen periodisch oder stoßartig erfolgen.

### Erschütterungsdämmung (Schwingungsisolation)

Für die Erschütterungsdämmung beruht die dämmende Wirkung der SCHWINGMETALL®-Elemente auf der Tatsache, dass oberhalb des Resonanzgebietes die Kraft der tragen Masse der federnd gelagerten Maschine nicht mehr gleichsinnig mit der Erregerkraft schwingt, sondern ihr phasenverschoben entgegenwirkt. Voraussetzung für die dämmende Wirkung von SCHWINGMETALL® ist also, dass die Erregerschwingungszahlen  $\nu_{\text{err}}$  der erregenden Kräfte und Momente wenigstens um das  $\sqrt{2} = 1,41$ -fache größer sein müssen als die jeweiligen Eigenschwingungszahlen. Ab dieser Frequenz sind die Rest-Amplituden kleiner als die Erreger-Amplituden (siehe Abb. 5)

$$\nu_{\text{err}} > 1,41 \cdot \nu_e$$

Die dämmende Wirkung wird wertmäßig durch die folgenden Formeln für den Isoliergrad  $\eta$  bzw. die Dämmung D bestimmt.

$$\eta = 1 - \frac{1}{\left(\frac{\nu_{\text{err}}}{\nu_e}\right)^2 - 1}$$

$$D = 20 \lg \left[ \left( \frac{\nu_{\text{err}}}{\nu_e} \right)^2 - 1 \right] \text{ dB}$$

Die vorstehenden Formeln gelten für einen Einmassenschwinger und setzen voraus, dass die Eingangsimpedanz des Fundamentes unendlich groß ist, d. h. aus einer unendlich großen und starren Masse besteht. Wenn diese Voraussetzungen nicht erfüllt werden, können entsprechend der Eingangsimpedanz des Fundamentes Unterschiede zwischen errechneten und gemessenen Werten bestehen.

◀ Diagramm Auslegung eines Schwingmetall-Elements  
siehe Klappseite (Seite 3)

### Körperschalldämmung

Körperschall breitet sich in festen und flüssigen Medien wellenförmig aus. Stößt die Welle dabei auf eine Übergangsstelle zweier unterschiedlicher Werkstoffe, so wird sie teilweise reflektiert, d. h. in ihrer Ausbreitung gehindert. Die Reflexion ist um so größer, je größer der Impedanzsprung p ist:

$$p = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{\sqrt{E_1 \cdot \rho_1}}{\sqrt{E_2 \cdot \rho_2}} = \frac{c_1 \cdot \rho_1}{c_2 \cdot \rho_2}$$

Z - Impedanz

E - Elastizitätsmodul

$\rho$  - Dichte

c - Schallgeschwindigkeit

Elastomer-Werkstoffe besitzen allgemein niedrige Elastizitätsmodul und geringe Dichte. Im Gegensatz dazu werden im Maschinenbau und Bauwesen Materialien mit hohen Elastizitätsmoduli und Dichten eingesetzt. Daraus resultieren bei der Anwendung von Elastomer-Werkstoffen für federnde Lagerungen die außergewöhnlich wirkungsvollen körperschalldämmenden Eigenschaften.

Eine beispielhafte Rechnung soll die Wirksamkeit einer federnden Lagerung in Bezug auf die wellenförmige Ausbreitung von Körperschall verdeutlichen. Die reflektierte, d. h. nicht durchgelassene Körperschallintensität R errechnet sich aus dem Impedanzverhältnis p:

$$R = \frac{(p - 1)^2}{(p + 1)^2}$$

Setzt man für Stahl

$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2; \rho = 7,85 \text{ g/cm}^3$

und für Elastomer-Werkstoff (Naturkautschuk, 55 Shore A)

$E = 10,5 \text{ N/mm}^2; \rho = 1,2 \text{ g/cm}^3$

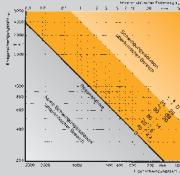
so errechnet sich das Impedanzverhältnis p zu

$$p = 362$$

und die Dämmung R zu

$$R = 0,989$$

Das heißt, dass praktisch 99 % der sich wellenförmig ausbreitenden Körperschallintensität reflektiert werden.



# SCHWINGMETALL® Wirkungsweise

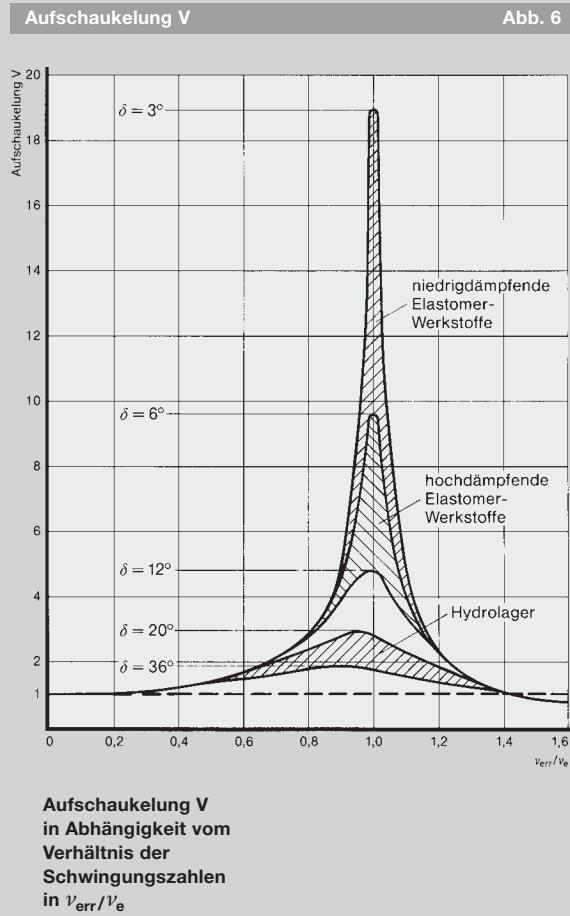
## Dämpfung

Dämpfen heißt, einem schwingenden System kinetische Energie durch Umwandlung in Wärme entziehen. Dadurch werden Schwingungsausschläge beim Durchfahren der Resonanzstelle in zulässigen Grenzen gehalten.

Elastomer-Werkstoffe besitzen im Gegensatz zu Metallen eine wesentlich höhere Dämpfung. Sie beruht auf innerer Werkstoffreibung (siehe Abb. 6).

Als Größe für die Werkstoffdämpfung wird der Phasenwinkel angegeben. Er sagt aus, um wieviel Grad die aus elastischem und dämpfendem Anteil zusammengesetzte Kraft der elastischen Verformung vorauselt.

Zwischen dem Phasenwinkel und den Größen bestehen folgende Zusammenhänge:



$$d = \operatorname{tg} \delta$$

mechanischer Verlustfaktor

$$\psi = 2 \cdot \pi \cdot \operatorname{tg} \delta$$

verhältnismäßige Dämpfung

$$V = \frac{1}{\operatorname{tg} \delta} \quad (\text{für } \nu_e = \nu_{\text{err}})$$

Aufschaukelung

$$D_{\text{rel}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot \sin \delta}{4 + \pi \cdot \sin \delta}$$

relative Dämpfung

$$\Lambda = \pi \cdot \operatorname{tg} \delta$$

logarithmisches Dekrement

$$D = \frac{1}{2} \cdot \operatorname{tg} \delta$$

Dämpfungsgrad

**Dämpfungskenngrößen in Abhängigkeit vom Phasenwinkel  $\delta$** 
**Tabelle 2a**

$\delta$ [° (Grad)]	d [dB]	$\psi$	V	D <sub>rel</sub>	A	D
1,0	0,017	0,110	57,290	0,027	0,055	0,009
1,5	0,026	0,165	38,188	0,040	0,082	0,013
2,0	0,035	0,219	28,636	0,053	0,110	0,017
2,5	0,044	0,274	22,904	0,066	0,137	0,022
3,0	0,052	0,329	19,081	0,079	0,165	0,026
3,5	0,061	0,384	16,350	0,092	0,192	0,031
4,0	0,070	0,439	14,301	0,104	0,220	0,035
4,5	0,079	0,494	12,706	0,116	0,247	0,039
5,0	0,087	0,550	11,430	0,128	0,275	0,044
5,5	0,096	0,605	10,385	0,140	0,303	0,048
6,0	0,105	0,660	9,514	0,152	0,330	0,053
6,5	0,114	0,716	8,777	0,163	0,358	0,057
7,0	0,123	0,771	8,144	0,175	0,386	0,061
7,5	0,132	0,827	7,596	0,186	0,414	0,066
8,0	0,141	0,883	7,115	0,197	0,442	0,070
8,5	0,149	0,939	6,691	0,208	0,470	0,075
9,0	0,158	0,995	6,314	0,219	0,498	0,079
9,5	0,167	1,051	5,976	0,230	0,526	0,084
10,0	0,176	1,108	5,671	0,240	0,554	0,088
11,0	0,194	1,221	5,145	0,261	0,611	0,097
12,0	0,213	1,336	4,705	0,281	0,668	0,106
13,0	0,231	1,451	4,331	0,300	0,725	0,115
14,0	0,249	1,567	4,011	0,319	0,783	0,125
15,0	0,268	1,684	3,732	0,338	0,842	0,134
16,0	0,287	1,802	3,487	0,356	0,901	0,143
17,0	0,306	1,921	3,271	0,373	0,960	0,153
18,0	0,325	2,042	3,078	0,391	1,021	0,162
19,0	0,344	2,163	2,904	0,407	1,082	0,172
20,0	0,364	2,287	2,747	0,423	1,143	0,182
21,0	0,384	2,412	2,605	0,439	1,206	0,192
22,0	0,404	2,539	2,475	0,455	1,269	0,202
23,0	0,424	2,667	2,356	0,470	1,334	0,212
24,0	0,445	2,797	2,246	0,484	1,399	0,223
25,0	0,466	2,930	2,145	0,498	1,465	0,233

Die für SCHWINGMETALL®-Standardprodukte auf der Basis von NK eingesetzten Elastomer-Härtens 40, 55 und 65 Shore A haben folgende Dämpfungskenngrößen:

**Dämpfungskenngrößen in Abhängigkeit vom Phasenwinkel  $\delta$** 
**Tabelle 2b**

Elastomer-Härte	$\delta$ [° (Grad)]	d [dB]	$\psi$	V	D <sub>rel</sub>	A	D
<b>40 Shore A</b>	2,5	0,044	0,274	22,904	0,066	0,137	0,022
<b>55 Shore A</b>	4,5	0,079	0,494	12,706	0,116	0,247	0,039
<b>65 Shore A</b>	7,0	0,123	0,770	18,144	0,175	0,386	0,061

# SCHWINGMETALL® Anwendung

SCHWINGMETALL®-Elemente sind Produkte mit hoher Lebensdauer und Betriebssicherheit. Voraussetzung hierfür ist neben der richtigen Auslegung die sachgemäße Anwendung der Elemente. Die folgenden Hinweise helfen in der Praxis, alle Vorteile von SCHWINGMETALL® voll auszunutzen.

## Hinweise für die Projektierung

### Belastbarkeit

SCHWINGMETALL®-Elemente können so eingesetzt werden, dass die einwirkenden statischen Kräfte, bezogen auf den Federkörper, Druck-, Schub-, Drehschub- oder Druck-Schub-Spannungen verursachen. Dauereinwirkung statischer Zugkräfte ist unzulässig. Kurzzeitig auftretende Zugkräfte, die aus Stoßbeanspruchungen resultieren, werden problemlos aufgenommen.

Die folgenden Daten sind Richtwerte, die für alle Elastomer-Härten und Arten gelten. In Einzelfällen können die angegebenen Spannungen überschritten werden. Dazu sind Rückfragen erforderlich.

**Zulässige Spannungen**

**Tabelle 3**

Belastungsart	Zulässige Spannungen		
	statisch [N/mm <sup>2</sup> ]	dynamisch <sup>1)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ] (10 Hz)	Stoß <sup>2)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]
Druck	0,5	± 0,125	2,0
Schub	0,2	± 0,050	0,6
Zug	—	—	1,5
Drehschub	0,3	± 0,075	0,9
Druck-Schub (45°)	0,5	± 0,125	2,0

1) Bezugsschwingungszahlen  $\nu_{\text{err}} = 600 \text{ min}^{-1}$

2) Die Werte für die zulässigen Stoßspannungen gelten für Puffer, Schienen und Kombi-Elemente.

### Toleranzen

Die Federeigenschaften von SCHWINGMETALL®-Elementen hängen von der Elastomer-Härte H und den geometrischen Abmessungen ab. Die Toleranzbreite der Härte H beträgt ± 5 Shore A. Aus dieser Schwankungsbreite ergibt sich eine Federsteifigkeitstoleranz von ca. ± 20 % und damit eine Toleranz in den berechneten Eigenschwingungszahlen von ca. ± 10 %. Durch Sondermaßnahmen kann die Härtetoleranz auf ± 3 Shore A eingeeignet werden. Die Toleranz der Federsteifigkeit vermindert sich entsprechend auf ± 15 % und die der Eigenschwingungszahlen auf ± 7 %.

Die Maßtoleranzen sind in DIN ISO 3302-1 festgelegt. SCHWINGMETALL®-Elemente unterliegen Klasse M3. Die folgende Tabelle gibt die zulässigen Maßabweichungen nach DIN ISO 3302-1 M3 Klasse M 3 in Abhängigkeit vom Nennmaßbereich für formgebundene und nicht formgebundene Maße an.

Auf Metallteilen ist zum Teil festhaftende Gummihaut zulässig, auch wenn das aus den Zeichnungen, die hier vorliegen, nicht so ersichtlich ist. Das ist oft aus fertigungstechnischen Gründen notwendig. Es gelten dort keine Metall-Toleranzen, sondern die in der Tabelle angegebenen Gummitoleranzen.

**Zulässige Maßabweichung\***

**Tabelle 4**

Nennmaßbereich [mm]		Zulässige Maßabweichung	
		F [± mm]	C [± mm]
	bis	6,3	0,25
über	6,3 bis	10,0	0,30
über	10,0 bis	16,0	0,40
über	16,0 bis	25,0	0,50
über	25,0 bis	40,0	0,60
über	40,0 bis	63,0	0,80
über	63,0 bis	100,0	1,00
über	100,0 bis	160,0	1,30
			2,0

F = formgebundenes Maß

C = nicht formgebundenes Maß

\*DIN ISO 3302-1 Klasse M 3

## Kriechen

Das Kriechen ist die zeitabhängige Zunahme des Federweges einer unter konstanter Last stehenden Feder. Es ist eine Folgeerscheinung der Relaxation, d. h. des zeitabhängigen Nachlassens der Rückstellkraft einer unter konstanter Verformung stehenden Feder. Es erfolgt mit einer so großen Trägheit, dass es an den Schwingungsbewegungen der SCHWINGMETALL®-Elemente nicht teilnimmt.

Das Kriechen wird beeinflusst durch

- Werkstoff
- Federsteifigkeit im Lastpunkt
- Kennlinienverlauf

Das Kriechen verläuft für eine lineare Federcharakteristik bei konstanter Temperatur linear proportional zum Logarithmus der Zeit. Es ist unabhängig von der Belastungsart (Druck, Schub).

Der Kriechwert K eines Elastomer-Werkstoffes ist wie folgt definiert:

$$K = \frac{\Delta s}{s_6 \cdot n}$$

$\Delta s$  – Federwegzunahme in mm

$s_6$  – Federweg nach 6 s unter statischer Last in mm

n – Anzahl der Zeitdekaden

Die Tabellenwerte wurden an SCHWINGMETALL® Puffern, Ø 50 mm, 45 mm hoch, ermittelt und unterliegen einer Toleranzbreite von ± 15 %. Kriechwerte für großvolumigere Teile können ca. 20 % größer sein.

Die durch das Kriechen verursachte geringfügige Federwegzunahme kann in der Praxis meist vernachlässigt werden. Lediglich bei der Lagerung von Aggregaten, deren Wellen große Fluchtgenauigkeit erfordern und deren treibende und getriebene Einheit nicht auf einem gemeinsamen Fundament montiert sind, muss die zeitabhängige Federwegzunahme berücksichtigt werden. Da aber die Federwegzunahme für eine angenommene Standzeit von ca. 20 Jahren bereits nach 24 Stunden Belastungszeit den halben Wert erreicht hat, kann das endgültige Ausrichten nach einem Tag erfolgen.

**Kriechwerte für SCHWINGMETALL® - Standard-Elemente** Tabelle 5

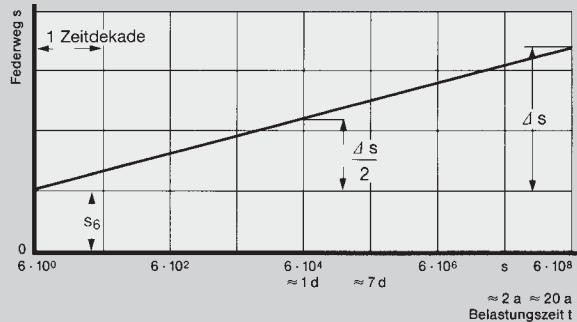
Elastomer-Härte	Kriechwert		
	NR	CR	NBR
40 Shore A	0,02	0,04	0,04
55 Shore A	0,03	0,05	0,04
65 Shore A	0,04	0,05	0,05

NR – Naturkautschuk

CR – Chloropren-Kautschuk

NBR – Nitril-Kautschuk

**Federweg s in Abhängigkeit von der Belastungszeit t Abb. 7**



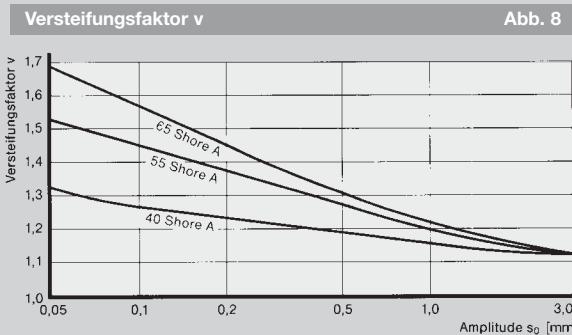
F = formgebundenes Maß

C = nicht formgebundenes Maß

# SCHWINGMETALL® Anwendung

## Versteifungsfaktor

Elastomerfedern weisen bei dynamischer Beanspruchung abweichende Federeigenschaften gegenüber Werten aus quasistatischen Federkennlinien auf. Die Federsteifigkeit ist abhängig von der Verformungsgeschwindigkeit und der Wegamplitude. Während die geschwindigkeitsabhängige Versteifung der Federsteifigkeit wegen der Geringfügigkeit vernachlässigt werden kann, sollte die amplitudenabhängige Versteifung bei der Betrachtung körperschall-dämmender Maßnahmen berücksichtigt werden.



Versteifungsfaktor  $v$  in Abhängigkeit von der Amplitude  $s_0$  für Elastomer-Werkstoffe verschiedener Härten auf Naturkautschukbasis

## Temperaturinflüsse

SCHWINGMETALL®-Elemente können in weiten Temperaturbereichen eingesetzt werden. Die Temperatur des Elastomer-Federkörpers beeinflusst Federsteifigkeit und Dämpfung des SCHWINGMETALL®-Elementes und wirkt sich auf die Lebensdauer aus. In erster Näherung gilt, dass eine Temperaturzunahme von  $10^{\circ}\text{C}$ , unter sonst gleichen Bedingungen, die Lebensdauer des SCHWINGMETALL®-Elementes halbiert.

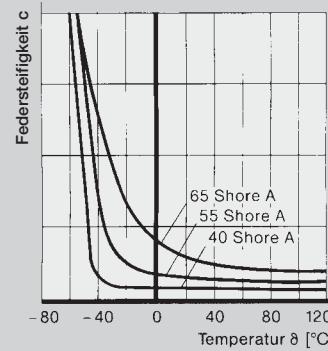
Länger einwirkende Temperaturen oberhalb des zulässigen Temperaturbereiches bewirken eine erhebliche Nachhärtung des Vulkanisats und somit eine bleibende Zunahme der Federsteifigkeit. Weitere Temperatursteigerungen führen zum Abbau der Strukturfestigkeit, so dass die SCHWINGMETALL®-Elemente innerhalb kurzer Zeit zerstört werden.

Infolge Strahlungswärme können auch bei relativ niedrigen Umgebungstemperaturen an den freiliegenden Oberflächen der Elastomerkörper hohe Temperaturen entstehen. Längere Einwirkung führt zur Verhärtung der Oberfläche und verursacht bei dynamischer Beanspruchung Rissbildung.

Wird SCHWINGMETALL® bei sehr niedrigen Temperaturen eingesetzt, steigt die Steifigkeit rapide an, das Elastomer wird glashart. In diesem Zustand ist es empfindlich für stoßartige Belastungen. Die Grafik zeigt den Verlauf für Naturkautschuk (NR) bei 50 Shore.

Federsteifigkeit c

Abb. 9

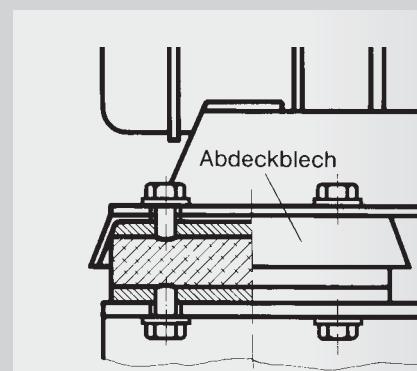


## Chemische Einflüsse

Elastomer-Werkstoffe auf NR-Basis sind gegen dauernde Einwirkung von Ölen, Fetten und Kraftstoffen nicht beständig. Gelegentliche und geringfügige Einwirkungen beeinträchtigen Funktion und Lebensdauer nicht. Bei ständigem Einfluss müssen SCHWINGMETALL®-Elemente durch Abdeckbleche bzw. -kappen geschützt werden. (siehe Abb. 10) Synthetische Elastomere auf CR- und NBR-Basis sind bedingt bzw. gut ölbeständig.

Abdeckblech

Abb. 10



## Hinweise für die Montage

### Bearbeitung

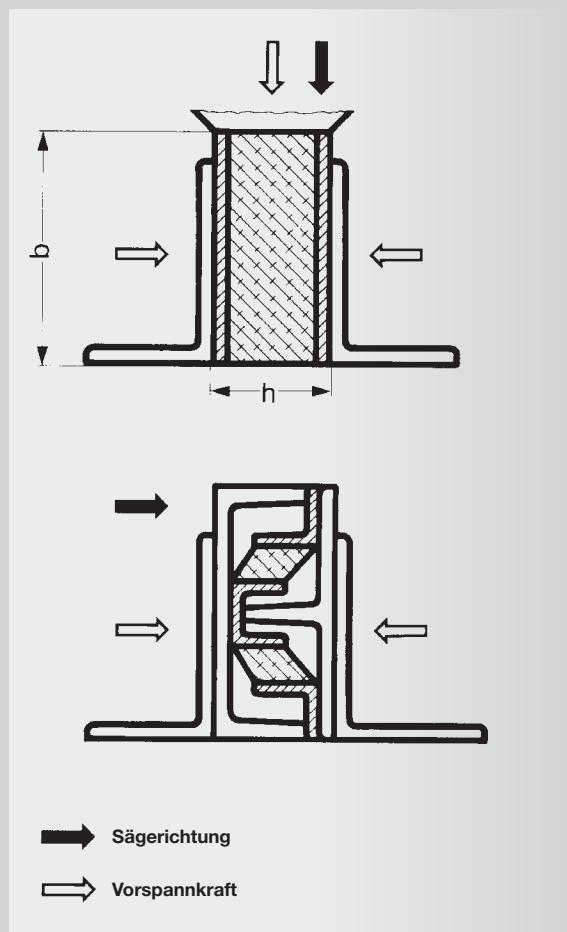
- Sägen

SCHWINGMETALL®-Schienen können mit handelsüblichen Band- oder Hubsägen abgelängt werden. Bei Schienen mit  $b \leq 2 \cdot h$  muss die seitliche Vorspannkraft durch eine obere Verspannung ergänzt werden. Gute Schmierung und Kühlung durch einen mit Wasser mischbaren Kühlschmierstoff im Verhältnis 1:10 ist erforderlich. Temperaturen über 100°C sind unzulässig.

Nach dem Sägen ist der Grat zu entfernen. Die Bindung an den Randzonen ist zu überprüfen. Dazu dürfen keine scharfkantigen Gegenstände verwendet werden.

Sägen von SCHWINGMETALL®-Schienen

Abb. 11



- Bohren und Gewindeschneiden

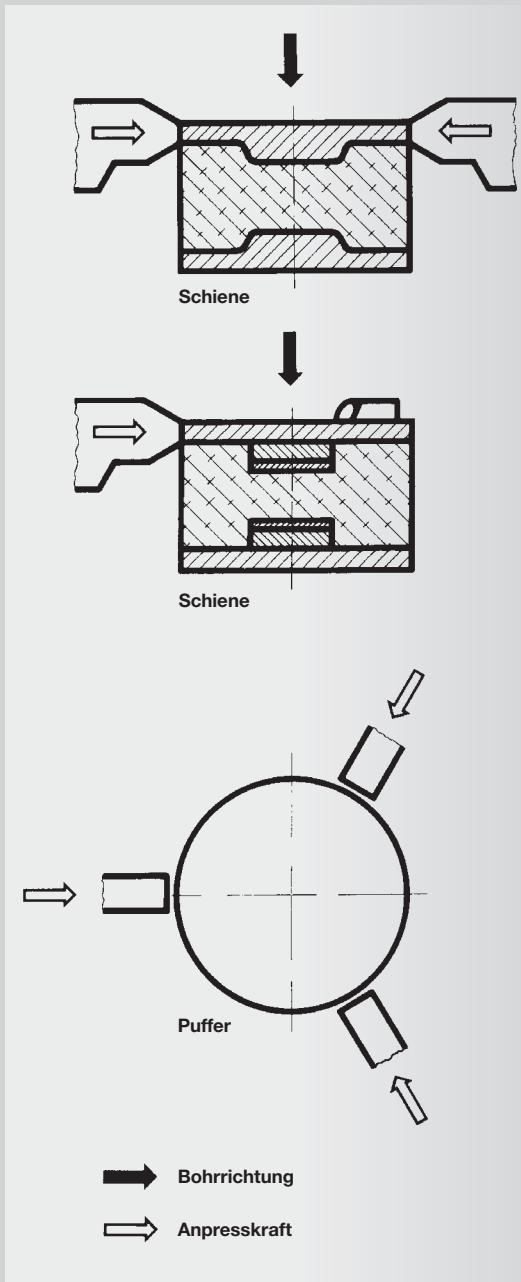
Bohren und Gewindeschneiden können wie bei Metall üblich durchgeführt werden. Das Einspannen erfolgt am Metallteil, damit der Bohrer nicht verläuft. Ist das Einspannen am Metallteil nicht möglich, sollte das SCHWINGMETALL®-Element in einer entsprechenden Bohrvorrichtung oder durch Schraubzwingen vorgespannt werden. Die Vorspannkraft muss größer als die Bohrkraft sein.

Bei Bohren der Kernlöcher ist ein Tiefanschlag zu verwenden, damit die Gewindegundlochtiefe 15... 20 mm eingehalten wird. Das Gewinde ist mit einem Grundloch-Gewindebohrer zu schneiden. Gute Schmierung und Kühlung durch geeignete Bohrflüssigkeit ist unbedingt erforderlich. Temperaturen über 100°C sind unzulässig.

## SCHWINGMETALL® Anwendung

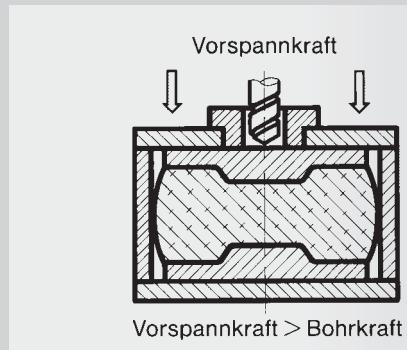
Bohren von SCHWINGMETALL® – Einspannen

Abb. 12



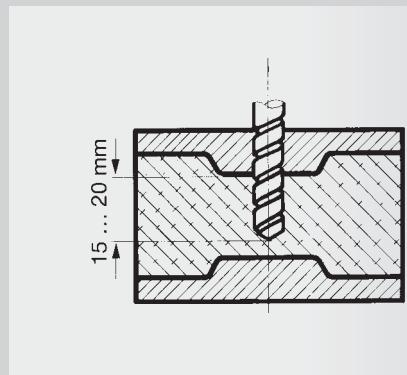
Bohren von SCHWINGMETALL® – Bohrvorrichtung

Abb. 13



Tiefenanschlag verwenden

Abb. 14



Schrauben sollen nur so lang sein, wie das Metallteil dick ist. Sie dürfen nicht in den Federkörper hineinragen.

## Montage

### Voraussetzungen

Das zu lagernde Aggregat wird nicht starr mit dem Untergrund verschraubt, sondern steht auf SCHWING-METALL®-Elementen, die eine federnde Unterlage bilden. Das Aggregat muss ausreichend biege- und verwindungssteif sein, um innere Kräfte verformungsfrei aufnehmen zu können. Andernfalls muss die innere Steifigkeit des Aggregates durch ein fest mit ihm verbundenes steifes Fundament oder einen entsprechenden Profilrahmen erreicht werden.

Die seitliche Auswölbung der SCHWINGMETALL®-Elemente darf nicht durch bauliche Maßnahmen behindert werden.

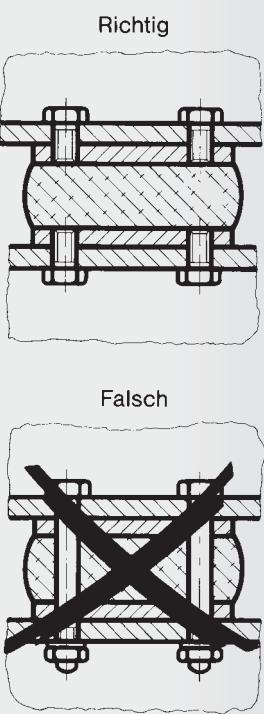
### Befestigung

SCHWINGMETALL®-Elemente können am Boden und an der Maschine angeschraubt werden. Bei großen Maschinenmassen und kleinen Erregerkräften genügt es, die SCHWINGMETALL®-Elemente an der Maschine zu befestigen. Hierfür eignen sich SCHWINGMETALL®-Topflemente mit Unterlegmatte und SCHWINGMETALL®-Puffer, Ausführung D und S.

Unebenheiten des Bodens können durch Zwischenbleche ausgeglichen werden.

Keinesfalls dürfen Befestigungsschrauben durch das SCHWINGMETALL®-Element durchgeführt werden, da hierdurch die isolierende Wirkung aufgehoben wird.

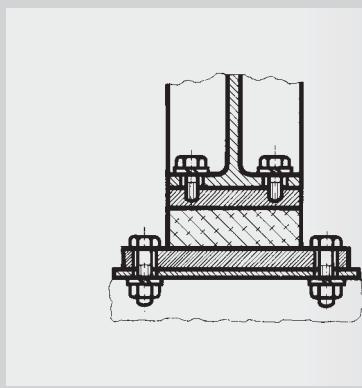
**Befestigung von SCHWINGMETALL®-Elementen** Abb. 15



Bei unumgänglichen Schweißarbeiten an SCHWING-METALL®-Elementen ist durch geeignete Kühlung dafür zu sorgen, dass sowohl Elastomer als auch Bindung keinen höheren Temperaturen als 100°C ausgesetzt werden.

**Einbaubeispiel**

Abb. 16



### Anschlüsse und Riemenzug

Die Isolierwirkung der Federelemente darf nicht durch starre metallische Anschlüsse aufgehoben werden. Deshalb müssen Rohrleitungen, Wellenanschlüsse u. a. durch ausreichend nachgiebige Zwischenstücke unterbrochen werden.

Äußere Kräfte, die nicht durch Lagerungselemente aufgenommen werden, z. B. Riemenzug, müssen durch zusätzliche Anschlagelemente abgefangen werden.

Alle federnden Anschlüsse einschließlich Riemenzug und zur Abfederung eingesetzte Anschlagelemente beeinflussen die Abstimmung der Lagerung und müssen in der Schwingungsrechnung berücksichtigt werden.

SCHWINGMETALL®-Puffer und -Schielen, die statisch nur auf Schub belastet werden, sollen in Druckrichtung geringfügig vorverformt werden, um die entstehende Zugkomponente auszugleichen.

### Lagerung, Reinigung

Allgemeine Richtlinien für Lagerung, Reinigung und Wartung von Erzeugnissen aus Kautschuk und Gummi enthält DIN 7716.

Verschmutzte SCHWINGMETALL®-Elemente können mit einer Glyzerin-Spiritus-Mischung (1:10) gereinigt werden. Lösungsmittel, wie Benzin oder Benzol, dürfen nicht verwendet werden. Ebenso sind scharfkantige Gegenstände unzulässig.

## SCHWINGMETALL® Berechnung

Für alle federnden Lagerungen müssen die physikalischen Gesetze der Schwingungstechnik berücksichtigt werden.

Der erfolgreiche Einsatz von SCHWINGMETALL® erfordert eine sorgfältige Berechnung der Lagerung, um die Vorteile dieser Konstruktionselemente voll auszunutzen.

Die Berechnungsunterlagen enthalten die zur Auslegung von SCHWINGMETALL®-Lagerungen notwendigen Formeln und Angaben in alphabetischer Reihenfolge. Alle erforderlichen Konstruktions- und Berechnungsdaten sind wie nachstehend zusammengestellt.

Die Berechnungsbeispiele beziehen sich auf federnde Lagerungen, die mit SCHWINGMETALL® ausgeführt werden.

### Formelzeichen, Einheiten und Begriffe

Formelzeichen	Einheit	Begriff
a	m/s <sup>2</sup>	Beschleunigung
a <sub>0</sub>	m/s <sup>2</sup>	Eingangsbeschleunigung
a <sub>R</sub>	m/s <sup>2</sup>	Restbeschleunigung
ā	–	Beschleunigung normiert mit Erdbeschleunigung a/g
c	m/s	Schallgeschwindigkeit
c	N/mm	Federsteifigkeit
c <sub>v</sub>	Nm/Grad, Nm/rad	Verdrehfedersteifigkeit
d	dB	Dämmung
D	–	Dämpfungsgrad, Lehr'sches Dämpfungsmaß
D <sub>rel</sub>	–	relative Dämpfung
E	N/mm <sup>2</sup>	Elastizitätsmodul
f	Hz	Frequenz
f <sub>e</sub>	Hz	Eigenfrequenz
f <sub>err</sub>	Hz	Erregerfrequenz
F	N, kN	Kraft
F <sub>err</sub>	N	Erregerkraft
F <sub>ü</sub>	N	übertragene Kraft
g	9,81 m/s <sup>2</sup>	Erdbeschleunigung
H	Shore A	Elastomer - Härte
K	–	Kriechwert
m	kg	Masse
M	Nm	Moment
n	–	Anzahl (Auflager, Dekaden)
p	–	Impedanzsprung

Formelzeichen	Einheit	Begriff
R	–	reflektierte Körperschallintensität
s	mm, cm	Federweg
$s_0$	mm, m	Amplitude
$s_0$ Stoß	mm, m	Stoßamplitude
$s_6$	mm	statische Einfederung nach 6 Sekunden
$\Delta s$	mm	Federwegzunahme
t	s	Zeit
$t_0$	s	Impulszeit
T	–	Übertragungsverhältnis
v	m/s	Geschwindigkeit
$v'$	–	Versteifungsfaktor
V	–	Aufschaukelung
W	Nm	Energie
Z	Pa · s/m	Impedanzsprung
$\alpha$	° (Grad)	Verdrehwinkel
$\delta$	° (Grad)	Phasenwinkel
$\eta$	–	Isoliergrad
$\vartheta$	°C	Temperatur
$\Lambda$	–	logarithmisches Dekrement
$\nu$	min <sup>-1</sup>	Schwingungszahl
$\nu_e$	min <sup>-1</sup>	Eigenschwingungszahl
$\nu_{err}$	min <sup>-1</sup>	Erregerschwingungszahl
$\varrho$	g/cm	Dichte
$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	Druckspannung
$\psi$	–	verhältnismäßige Dämpfung
$\omega$	s <sup>-1</sup>	Kreisfrequenz

# SCHWINGMETALL® Berechnung

Formelsammlung		
Begriff	Formel	Einheit
<b>Amplitude <math>s_0</math></b> F <sub>err</sub> in N c in N/m m in kg $\omega$ in s <sup>-1</sup>	$s_0 = \frac{F_{\text{err}}}{c - m \cdot \omega^2}$	m
<b>Dämmung D</b> $\nu_{\text{err}}$ in min <sup>-1</sup> $\nu_e$ in min <sup>-1</sup>	$D = 20 \lg \left[ \left( \frac{\nu_{\text{err}}}{\nu_e} \right)^2 - 1 \right]$	dB
<b>Dämpfung – mechanischer Verlustfaktor d</b>	$d = \tan \delta$	
<b>Druckspannung <math>\sigma</math> für Stoßbelastung</b> m in kg $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$ b, l in mm	$\sigma = \frac{m_{\text{stat}} \cdot \bar{a} \cdot g}{b \cdot l}$	N/mm <sup>2</sup>
<b>Eigenfrequenz <math>f_e</math></b> allgemein c in N/mm m in kg aus statischem Federweg $S_{\text{subA}}$ in cm	$f_e = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{c}{m} \cdot 1000}$	Hz
	$f_e = \frac{5}{\sqrt{S_{\text{subA}}}}$	Hz
<b>Eigenschwingungszahl <math>\nu_e</math></b> allgemein c in N/mm m in kg aus statischem Federweg $S_{\text{subA}}$ in cm aus dem Isoliergrad $\nu_{\text{err}}$ in min <sup>-1</sup> Eigenschwingungszahl für Schockisolierung bei Halbsinus-Erregung $t_0$ in s wenn v bekannt g in 9,81 m/s <sup>2</sup> v in m/s bei Rechteck-Erregung $t_0$ in s wenn v bekannt $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$ v in m/s	$\nu_e = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{c}{m} \cdot 1000}$	min <sup>-1</sup>
	$\nu_e = \frac{300}{\sqrt{S_{\text{subA}}}}$	min <sup>-1</sup>
	$\nu_{e \text{ erf}} = \nu_{\text{err}} \cdot \sqrt{\frac{1 - \eta}{2 - \eta}}$	min <sup>-1</sup>
	$\nu_{e \text{ erf}} = \frac{15 \cdot \bar{a}_{\text{ zul}}}{\bar{a}_0 \cdot t_0}$	min <sup>-1</sup>
	$\nu_{e \text{ erf}} = \frac{15 \cdot g \cdot \bar{a}_{\text{ zul}}}{v}$	min <sup>-1</sup>
	$\nu_{e \text{ erf}} = \frac{30 \cdot \bar{a}_{\text{ zul}}}{\pi \cdot a_0 \cdot t_0}$	min <sup>-1</sup>
	$\nu_{e \text{ erf}} = \frac{30 \cdot g \cdot \bar{a}_{\text{ zul}}}{\pi \cdot v}$	min <sup>-1</sup>

Begriff	Formel	Einheit
<b>Federsteifigkeit c</b> aus der Eigenschwingungszahl $\nu_e$ in $\text{min}^{-1}$ m in kg	$c = \left(\frac{\nu_e \cdot \pi}{30}\right)^2 \cdot m$	N/m
<b>Federwegzunahme <math>\Delta s</math></b> $s_6$ in mm	$\Delta s = K \cdot s_6 \cdot n$	mm
<b>Impedanz Z</b> E in N/mm <sup>2</sup> $\varrho$ in g/cm <sup>3</sup> c in m/s	$Z_\infty = \sqrt{E \cdot \varrho \cdot 10^9} = c \cdot \varrho \cdot 10^3$	Pa · s/m
<b>Impedanzsprung p</b>	$p = \frac{Z_1}{Z_2} - \sqrt{\frac{E_1 \cdot \varrho_1}{E_2 \cdot \varrho_2} - \frac{c_1 \cdot \varrho_1}{c_2 \cdot \varrho_2}}$	
<b>Isoliergrad <math>\eta</math></b> $\nu_{err}$ in $\text{min}^{-1}$ $\nu_e$ in $\text{min}^{-1}$	$\eta = 1 - \frac{1}{\left(\frac{\nu_{err}}{\nu_e}\right)^2 - 1}$	
<b>Kriechwert K</b> $\Delta s$ in mm $s_6$ in mm	$K = \frac{\Delta s}{s_6 \cdot n}$	
<b>Reflektierte Körperschallintensität R</b>	$R = \frac{(p - 1)^2}{(p + 1)^2}$	
<b>Restbeschleunigung <math>a_R</math></b> für Schockisolierung bei Halbsinus-Erregung $\nu_e$ in $\text{min}^{-1}$ $t_0$ in s  wenn v bekannt $\nu_e$ in $\text{min}^{-1}$ v in m/s $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$  bei Rechteck-Erregung $\nu_e$ in $\text{min}^{-1}$ $t_0^2$ in s  wenn v bekannt $\nu_e$ in $\text{min}^{-1}$ v in m/s $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$	$a_R = g \cdot \sqrt{\left(\frac{\nu_e \cdot \bar{a}_0 \cdot t_0}{15}\right)^2 + 1}$  $a_R = g \cdot \sqrt{\left(\frac{\nu_e \cdot v}{15 \cdot g}\right)^2 + 1}$  $a_R = g \cdot \sqrt{\left(\frac{\pi \cdot \nu_e \cdot \bar{a}_0 \cdot t_0}{30}\right)^2 + 1}$  $a_R = g \cdot \sqrt{\left(\frac{\pi \cdot \nu_e \cdot v}{30 \cdot g}\right)^2 + 1}$	m/s <sup>2</sup>
<b>Übertragene Kraft <math>F_U</math></b>	$F_U = \frac{F_{err}}{\left(\frac{\nu_{err}}{\nu_e}\right)^2 - 1}$	N

# SCHWINGMETALL® Berechnungsbeispiele

## Berechnung, Vorgehensweise

Die Art und Weise wie man an die Auslegung einer SCHWINGMETALL®-Lagerung herangeht, ist unterschiedlich, je nach den Aufgaben die sie erfüllen soll.

Generell sollten an allen Lagerpunkten einer zu lagernden Masse die gleichen Eigenfrequenzen erreicht werden. Nur in diesem Fall ist die berechnete Eigenfrequenz auch die Frequenz des Systems in Hochrichtung. Andernfalls sind die Eigenfrequenzen des Feder-Masse-Systems untereinander gekoppelt. Dann sind aber auch die Vereinfachungen, die hier für einen Schwinger mit einem Freiheitsgrad gemacht wurden, nicht mehr zutreffend.

Die Eigenfrequenzen ergeben sich aus der Masse am Lagerpunkt und der Federsteifigkeit des dort eingesetzten SCHWINGMETALL®-Elementes.

Am einfachsten sind also gleiche Eigenfrequenzen zu erreichen, wenn man die Lagerpunkte so aufteilt, dass auf alle die gleiche Gewichtskraft entfällt. Dann können an allen Lagerpunkten die gleichen Elemente eingesetzt werden.

Wenn das nicht möglich ist, müssen die SCHWINGMETALL®-Elemente so ausgewählt werden, dass sich aus der Massenverteilung auf die Lagerpunkte gleiche Eigenfrequenzen ergeben. Dafür eignen sich insbesondere SCHWINGMETALL®-Schienen, da sie entsprechend der benötigten Federsteifigkeit abgelängt werden können.

## Schwingungsisolierung

(aktive oder passive)

Bekannt sind die Masse (bzw. die Gewichtskräfte an den einzelnen Lagerpunkten) die isoliert werden soll und die Erregerfrequenz. Es spielt dabei keine Rolle, ob der Schwingungserreger auf dieser Masse sitzt und die Umgebung davor geschützt werden soll (aktiv) oder ob die Erregung vom Boden ausgeht und ein empfindliches Gerät isoliert werden soll. (passiv).

Vorgegeben wird der Isoliergrad  $\eta$ , entsprechend den Anforderungen. Hiermit wird die benötigte Eigenfrequenz berechnet. Stimmt man das System auf diese Eigenfrequenz ab, so wird der Isoliergrad erreicht, bei höheren Eigenfrequenzen sinkt der Isoliergrad, bei niedrigeren steigt er.

Mit der berechneten Eigenfrequenz und der bekannten Belastung je Lagerpunkt kann die benötigte Federsteifigkeit errechnet werden, damit auch die statische Einfederung. Nun müssen die passenden Elemente ausgewählt werden, und mit den gewählten Lagern wird die Berechnung überprüft.

## Schockisolierung

Bekannt sind die Masse (bzw. die Gewichtskräfte an den einzelnen Lagerpunkten) die vor Stößen geschützt werden soll, so wie der Stoß, in Beschleunigung, Zeitdauer und Stoßform (Rechteck, Dreieck oder Halbsinus).

Vorgegeben wird die Restbeschleunigung, die von der Masse noch vertragen wird. Damit kann die erforderliche Eigenfrequenz des Systems berechnet werden. Stimmt man das System auf diese Eigenfrequenz ab, so treten bei dem vorgegebenen Stoß Restbeschleunigungen der festgelegten Größe auf, bei höheren Eigenfrequenzen steigen die Restbeschleunigungen, bei niedrigeren werden sie geringer.

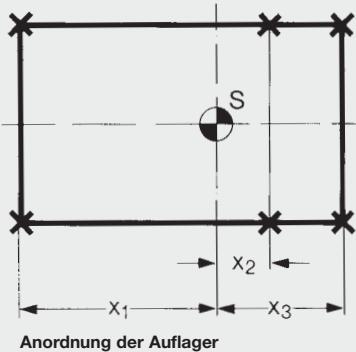
Mit der berechneten Eigenfrequenz und der bekannten statischen Belastung je Lagerpunkt kann die benötigte Federsteifigkeit errechnet werden. Nun müssen die passenden Elemente ausgewählt werden, und mit den gewählten Lagern wird die Berechnung überprüft.

## Überprüfung einer Lagerung

(SCHWINGMETALL®-Elemente sind bereits gewählt).

Masse und Lagerelemente sind bekannt, nun soll das schwingungstechnische Verhalten des Systems überprüft werden. Insbesondere nach einer Auslegung für Schockisolierung empfiehlt sich, noch einen Blick auf Eigenfrequenzen und statische Einfederung zu werfen.

## SCHWINGMETALL®-Puffer Aktiv-Entstörung



Ein Motor-Generator-Aggregat auf einem gemeinsamen Stahlrahmen soll federnd gelagert werden (Aktiv-Entstörung).

Gewicht  $m = 600 \text{ kg}$

Erregerschwingungszahl (Betriebsdrehzahl)  $\nu_{\text{err}} = 1500 \text{ min}^{-1}$

Anzahl der Auflager  $n = 6$

Belastung der Auflager gleichmäßig  $m_{1\dots 6} = 100 \text{ kg}$

Gewünschter Isoliergrad  $\eta > 0,85$

### Abstände der Auflager

$$x_1 = 900 \text{ mm}; x_3 = 750 \text{ mm}$$

$$x_2 = ?$$

$$\sum x_{(S)} = 0 = x_1 + x_2 + x_3$$

$$0 = -900 + x_2 + 750$$

$$x_2 = 150 \text{ mm}$$

### Erforderliche Eigenschwingungszahl

$$\text{aus } \eta = 1 - \frac{1}{\left(\frac{\nu_{\text{err}}}{\nu_e}\right)^2 - 1}$$

für  $\eta > 0,85$

$$\nu_{e \text{ erf}} \leq \nu_{\text{err}} \cdot \sqrt{\frac{1 - \eta}{2 - \eta}} = 542 \text{ min}^{-1}$$

### Erforderliche Federsteifigkeit

$$\text{aus } c = \left( \frac{\nu_e \cdot \pi}{30} \right)^2 \frac{m_{1\dots 6}}{1000}$$

$$c \leq 322 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

### Bestimmung der SCHWINGMETALL®-Elemente

Tabelle Seiten 18

SCHWINGMETALL®-Puffer, Artikel-Nr. 3913219000  
Durchmesser  $d = \emptyset 50 \text{ mm}$ , Höhe  $h = 45 \text{ mm}$ , Form-Nr 27797/C,  
Härte 55 Shore A, Federsteifigkeit  $c_z = 228 \text{ N/mm}$ ,  
max. Belastung  $F_z = 1300 \text{ N}$

SCHWINGMETALL®-Puffer mit zahlreichen Größen und Abmessungen ermöglichen vielseitige Anwendungen.  
Um die Belastung  $m_{1\dots 6} = 100 \text{ kg}$  je Auflagerpunkt bei der erforderlichen Eigenschwingungszahl  $\nu_e \leq 542 \text{ min}^{-1}$  aufzunehmen, eignen sich Puffer von  $\emptyset 50 \text{ mm}$ , 45 mm hoch.

### Ergebnis

**SCHWINGMETALL®-Puffer Typ C**  
**Artikel-Nr. 3913219000, Form-Nr. 27797/C**  
**50 mm, 45 mm hoch, 55 Shore A**  
**6 Stück**

Überprüfung der Eigenschwingungszahl und Überprüfung des Isoliergrades  
siehe Seite 98 ►

# SCHWINGMETALL® Berechnungsbeispiele

## Überprüfung der Eigenschwingungszahl

aus  $\nu_e = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{c}{m_{1\dots 6}}} \cdot 1000$

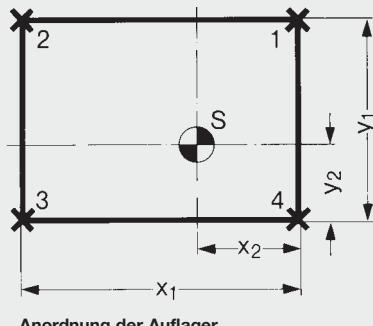
$$\nu_e \leq 456 \text{ min}^{-1}$$

## Überprüfung des Isoliergrades

$$\eta = 1 - \frac{1}{\left(\frac{\nu_{err}}{\nu_e}\right)^2 - 1}$$

$$\eta = 0,89 > 0,85$$

## SCHWINGMETALL®-Schiene Asymmetrische Schwerpunktlage



Ein Kühlaggregat auf einem biegesteifen Rahmen soll schwingungsisoliert aufgestellt werden (Aktiv-Entstörung).

Gewicht  $m = 1500 \text{ kg}$

Erregerschwingungszahl (Betriebsdrehzahl)  $\nu_{err} = 1200 \text{ min}^{-1}$

Anzahl der Auflager  $n = 4$

Abstände der Auflager	$x_1 = 1600 \text{ mm}$
	$x_2 = 700 \text{ mm}$
	$y_1 = 900 \text{ mm}$
	$y_2 = 400 \text{ mm}$

Gewünschter Isoliergrad  $\eta > 0,85$

## Auflagermassen

$$m_1 = m \cdot \frac{(x_1 - x_2) \cdot y_2}{x_1 \cdot y_1} = 375 \text{ kg}$$

$$m_2 = m \cdot \frac{x_2 \cdot y_2}{x_1 \cdot y_1} = 292 \text{ kg}$$

$$m_3 = m \cdot \frac{x_2 \cdot (y_1 - y_2)}{x_1 \cdot y_1} = 365 \text{ kg}$$

$$m_4 = m \cdot \frac{(x_1 - x_2) \cdot (y_1 - y_2)}{x_1 \cdot y_1} = 468 \text{ kg}$$

## Erforderliche Eigenschwingungszahl

aus  $\eta = 1 - \frac{1}{\left(\frac{\nu_{err}}{\nu_e}\right)^2 - 1}$

für  $\eta > 0,85$

$$\nu_{e \text{ erf}} \leq \nu_{err} \cdot \sqrt{\frac{1 - \eta}{2 - \eta}} = 433 \text{ min}^{-1}$$

## Bestimmung der SCHWINGMETALL®-Elemente

Tabelle Seite 24

SCHWINGMETALL®-Schiene Typ 1, Artikel-Nr. 394208000,  
50 mm breit, 70 mm hoch, 55 Shore A, Form-Nr. 25080

SCHWINGMETALL®-Schielen können in unterschiedlichen Längen zugeschnitten und den jeweiligen Belastungen angepasst werden. Sie eignen sich daher gut, wenn die Lagerpunkte festgelegt sind und unterschiedliche Massen wirken. Die Schienenhöhe  $h = 70 \text{ mm}$  ergibt sich aus der erforderlichen Eigenschwingungszahl  $\nu_e \leq 433 \text{ min}^{-1}$  für die längenspezifische (pro Zentimeter) Federsteifigkeit  $c_z = 38 \text{ N/mm}$  und max. Belastung  $F_z = 250 \text{ N}$

### Benötigte Gesamtlänge

$$l_{\text{ges}} = \frac{m \cdot g}{F_z}$$

$$l_{\text{ges}} = \frac{1500 \cdot 9,81}{250} = 600 \text{ mm}$$

### Einzellängen

$$l_{1\dots 4} = \frac{m_{1\dots 4} \cdot g}{F_z}$$

$$l_1 = 150 \text{ mm}; l_2 = 117 \text{ mm} \\ l_3 = 145 \text{ mm}; l_4 = 188 \text{ mm}$$

### Ergebnis

**SCHWINGMETALL®-Schiene Typ 1  
Artikel-Nr. 394208000, Form-Nr. 25080  
50 mm breit, 70 mm hoch, 55 Shore A  
117, 145, 150, 188 mm lang**

### Überprüfung der Eigenschwingungszahl

$$\text{aus } \nu_e = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{c}{m} \cdot 1000}$$

$$\nu_{eZ} = 372 \text{ min}^{-1}$$

$$\nu_{eX,Y} = 191 \text{ min}^{-1}$$

### Überprüfung des Isoliergrades

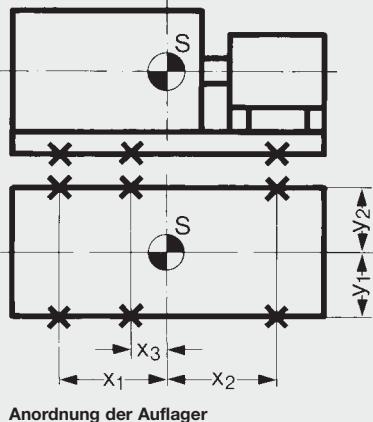
$$\eta = 1 - \frac{1}{\left(\frac{\nu_{\text{err}}}{\nu_e}\right)^2 - 1}$$

$$\eta_H = 0,88 > 0,85$$

$$\eta_{Q,L} = 0,98$$

# SCHWINGMETALL® Berechnungsbeispiele

## SCHWINGMETALL®-Kombielement Schockisolierung



Ein Motor-Generator-Aggregat soll schocksicher und schwingungsisoliert aufgestellt werden. Gefordert wird, die Schocksicherheit nach Regelklasse Rk 1.6/16 einzuhalten (siehe hierzu „Amtliche Texte – Baulicher Zivilschutz – 2. Ausgabe, Jahrgang 1982“).

Gewicht	$m = 6000 \text{ kg}$
Erregerschwingungszahl (Betriebsdrehzahl)	$\nu_{\text{err}} = 1500 \text{ min}^{-1}$
Anzahl der Auflager	$n = 6$
Belastung der Auflager gleichmäßig	$m_1 \dots 6 = 1000 \text{ kg}$
Gewünschter Isoliergrad	$\eta > 0,85$
Zulässige Restbeschleunigung	$a_{Rzul} = 9 \text{ g m/s}^2$

### Abstände der Auflager

$$\begin{aligned}x_1 &= -550 \text{ mm}; x_2 = 720 \text{ mm} \\x_3 &=? \\ \sum x_{(S)} &= 0 = x_1 + x_2 + x_3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}0 &= -550 + 720 + x_3 \\x_3 &= -170 \text{ mm}\end{aligned}$$

### Erforderliche Eigenschwingungszahl

für Regelklasse Rk 1.6/16

$$\nu_{\text{e erf}} = \frac{30 \cdot g}{\pi \cdot v} \cdot \sqrt{\bar{a}_{\text{zul}}^2 - 1}$$

$v = 1,6 \text{ m/s}$  lt. Regelklasse

$$\nu_{\text{e erf}} = \frac{30 \cdot 9,81}{\pi \cdot 1,6} \cdot \sqrt{9^2 - 1} = 524 \text{ min}^{-1}$$

### Erforderliche Federsteifigkeit

aus  $c = \left( \frac{\nu_{\text{e}} \cdot \pi}{30} \right)^2 \frac{m_{1\dots 6}}{1000}$

$$c \leq 3011 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

### Bestimmung der SCHWINGMETALL®-Elemente

Tabelle Seite 52–53

Tabelle 3, Seite 86

SCHWINGMETALL®-Kombielemente mit Schiene L Breite  $b_1 = 150 \text{ mm}$ , Höhe  $h = 100 \text{ mm}$ , Länge  $l_2 = 338 \text{ mm}$ , 55 Shore A, Form-Nr. 58394, Federsteifigkeit  $c_z = 2694$ , max. Belastung  $F_z = 17000$

SCHWINGMETALL®-Kombielemente eignen sich besonders gut zum Abbau von Schockbeschleunigungen, da sie auch bei Stoßbeanspruchungen bis zu den zulässigen Grenzen lineare Federcharakteristik aufweisen. Um die SCHWINGMETALL®-Kombielemente nicht über die zulässigen Stoß-Belastungsgrenzen zu beanspruchen, sollten sie statisch nur mit weniger als 40% ihrer zulässigen statischen Last beaufschlagt werden. Für die Belastung von  $m_1 \dots 6 = 1000 \text{ kg}$  der 6 Auflagerpunkte und die erforderliche Eigenschwingungszahl  $\nu_{\text{e}} \leq 524 \text{ min}^{-1}$  eignen sich Kombielemente mit Schienen 150 mm breit, 100 mm hoch, 338 mm lang.

### Überprüfung der Eigenschwingungszahl

$$\text{aus } \nu_e = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{c}{m} \cdot 1000}$$

$$\nu_e = 496 \text{ min}^{-1}$$

### Ergebnis

**SCHWINGMETALL®-Kombielemente mit Schiene L  
150 mm breit, 100 mm hoch, 338 mm lang, 55 Shore A  
Form Nr. 58394  
6 Stück (lange Ausführung)**

### Überprüfung der Restbeschleunigung

$$a_R = g \cdot \sqrt{\left(\frac{\pi \cdot \nu_e \cdot v}{30 \cdot g}\right)^2 + 1}$$

$$a_R = g \cdot \sqrt{\left(\frac{\pi \cdot 496 \cdot 1,6}{30 \cdot 9,81}\right)^2 + 1} = 8,53 \text{ g} < 9 \text{ g m/s}^2$$

### Ermittlung der max. Stoßamplitude in Hochrichtung

$$s_0 \text{Stoß} = (\bar{a} - 1) \cdot g \left( \frac{30}{\pi \cdot \nu_e} \right)^2$$

$$s_0 \text{Stoß} = (8,53 - 1) \cdot 9,81 \left( \frac{30}{\pi \cdot 496} \right)^2 = 0,027 \text{ m}$$

Alle Anschlüsse, z.B. Kraftstoff- und Abgasleitungen, müssen so flexibel ausgebildet sein, dass sie Wege von  $\pm 27 \text{ mm}$  schadfrei ausgleichen können.

### Überprüfung der Stoßbeanspruchung

$$\sigma = \frac{m_{\text{stat}} \cdot \bar{a} \cdot g}{a_3 \cdot l_2}$$

$$a_3 = 150 \text{ mm}$$

$$l_2 = 338 \text{ mm}$$

$$\sigma = \frac{1000 \cdot 8,53 \cdot 9,81}{150 \cdot 338} = 1,65 < 2 \text{ N/mm}^2$$

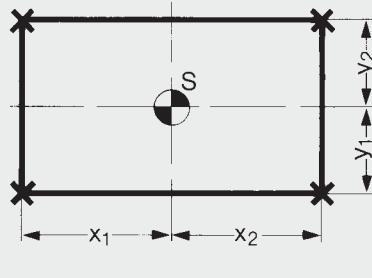
### Überprüfung des Isoliergrades

$$\eta = 1 - \frac{1}{\left(\frac{\nu_{\text{err}}}{\nu_e}\right)^2 - 1}$$

$$\eta = 1 - \frac{1}{\left(\frac{1500}{496}\right)^2 - 1} = 0,88 > 0,85$$

# SCHWINGMETALL® Berechnungsbeispiele

## SCHWINGMETALL®-Hutelement Passiv-Entstörung



Ein Messgerät soll gegen Gebäudeschwingungen isoliert werden, um Messfehler der Waage zu vermeiden (Passiv-Entstörung).

Gewicht  $m = 50 \text{ kg}$

Erregerschwingungszahl der Decke  $\nu_{\text{err}} = 900 \text{ min}^{-1}$

Anzahl der Auflager  $n = 4$

Abstände der Auflager  $x_1 = x_2$

Symmetrisch zum Schwerpunkt  $y_1 = y_2$

Gewünschter Isoliergrad  $\eta > 0,75$

### Auflagermassen

$$m_1 \dots 4 = \frac{m}{n}$$

$$m_1 \dots 4 = \frac{50}{4} = 12,5 \text{ kg}$$

### Erforderliche Eigenschwingungszahl

$$\text{aus } \eta = 1 - \frac{1}{\left(\frac{\nu_{\text{err}}}{\nu_e}\right)^2 - 1}$$

für  $\eta > 0,75$

$$\nu_{\text{e erf}} \leq \nu_{\text{err}} \cdot \sqrt{\frac{1 - \eta}{2 - \eta}} = 402 \text{ min}^{-1}$$

### Erforderliche Federsteifigkeit

$$\text{aus } c = \left( \frac{\nu_e \cdot \pi}{30} \right)^2 \frac{m}{1000}$$

$$c \leq 22,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

### Bestimmung der SCHWINGMETALL®-Elemente

Tabelle Seiten 64

SCHWINGMETALL®-Hutelemente, Artikel-Nr. 3956201000, 55 Shore A, Form-Nr. 27860, Federsteifigkeit 54 N/mm und max. Belastung 200 N

SCHWINGMETALL®-Hutelemente sind ideal für die Lagerung von Messgeräten. Sie sind sehr weich und lassen eine niedrige Abstimmung zu. Die Federeigenschaften sind in allen Richtungen gleich.

### Überprüfung der Eigenschwingungszahl

aus  $\nu_e = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{c}{m} \cdot 1000}$

mit  $m_{1\dots 4} = 20 \text{ kg}$

$\nu_{eX,Y,Z} = 627 \text{ min}^{-1}$

$\nu_{eX,Y,Z} = 496 \text{ min}^{-1}$

### Eigenschwingungszahl

für  $m_{1\dots 4} = 20 \text{ kg}$

$\nu_{eH,Q} = 390 \text{ min}^{-1}$

### Ergebnis

**SCHWINGMETALL®-Hutelemente**  
**Artikel-Nr. 3956201000, Form-Nr. 27860**  
**55 Shore A**  
**4 Stück**

### Überprüfung des Isoliergrades

$$\eta = 1 - \frac{1}{\left(\frac{\nu_{err}}{\nu_e}\right)^2 - 1}$$

$\eta = 0,77 > 0,75$