



# Kugelführungen

THK Hauptkatalog

## A Produktinformation

<b>Kugelführungen ST, ST-B und STI.</b>	<b>A5-2</b>
• Aufbau und Merkmale .....	A5-2
• Typenübersicht .....	A5-3
• Berechnung der nominellen Lebensdauer .....	A5-4
• Tabelle Äquivalenzfaktoren .....	A5-7
• Genauigkeitsklassen .....	A5-8
• Passung .....	A5-8
• Welle .....	A5-9
• Montage der Welle .....	A5-9

<b>Maßzeichnungen und Maßtabellen</b>	
Typ ST / ST-B .....	A5-10
Typen ST····UU / ST····UUB .....	A5-14

<b>Miniaturkugelführung MST</b> .....	A5-18
• Aufbau und Merkmale .....	A5-18
• Passung .....	A5-19
• Verfahrenweg des Kugelkäfigs .....	A5-19

<b>Maßzeichnungen und Maßtabellen</b>	
Typ MST .....	A5-20

<b>Formgepresste Kugelkäfige KS und BS..</b>	<b>A5-22</b>
• Aufbau und Merkmale .....	A5-22
• Berechnung der Lebensdauer .....	A5-22
• Passung .....	A5-23
• Montage des Kugelkäfigs .....	A5-23

<b>Maßzeichnungen und Maßtabellen</b>	
Typ KS / BS .....	A5-24

<b>Baugröße</b> .....	<b>A5-25</b>
• Aufbau der Bestellbezeichnung ...	A5-25

<b>Vorsichtsmaßnahmen</b> .....	<b>A5-26</b>
---------------------------------	--------------

## B Technische Grundlagen (separat)

<b>Kugelführungen ST, ST-B und STI.</b>	<b>B5-2</b>
• Aufbau und Merkmale .....	B5-2
• Typenübersicht .....	B5-3
• Berechnung der nominellen Lebensdauer .....	B5-4
• Genauigkeitsklassen .....	B5-8
• Passung .....	B5-8
• Welle .....	B5-9
• Montage der Welle .....	B5-9

<b>Miniaturkugelführung MST</b> .....	<b>B5-10</b>
• Aufbau und Merkmale .....	B5-10
• Passung .....	B5-11
• Verfahrenweg des Kugelkäfigs .....	B5-11

<b>Formgepresste Kugelkäfige KS und BS..</b>	<b>B5-12</b>
• Aufbau und Merkmale .....	B5-12
• Berechnung der Lebensdauer .....	B5-12
• Passung .....	B5-13
• Montage des Kugelkäfigs .....	B5-13

<b>Baugröße</b> .....	<b>B5-14</b>
• Aufbau der Bestellbezeichnung ...	B5-14

<b>Vorsichtsmaßnahmen</b> .....	<b>B5-15</b>
---------------------------------	--------------

# ST

## Kugelführungen ST, ST-B und STI

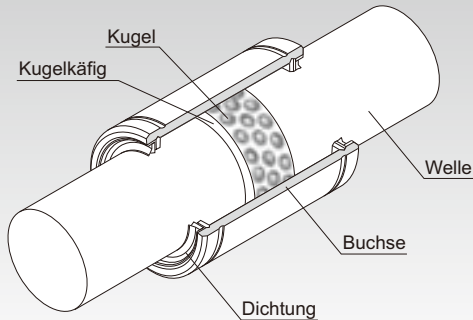


Abb. 1 Aufbau der Kugelführung Typ ST

### Aufbau und Merkmale

Beim Typ ST sind Käfig und Kugeln in einer präzise geschliffenen zylindrischen Buchse integriert (siehe Abb. 1). Um Belastungen gleichmäßig aufzunehmen, sind die Kugeln versetzt angeordnet. Der Kugelkäfig enthält zahlreiche Bohrungen und ist aus Leichtmetall gefertigt, besitzt hohe Steifigkeit und ist für hohe Geschwindigkeiten geeignet. Auf beiden Seiten wird der Kugelkäfig von je einem Druckring und einem Federring in der Buchse gehalten.

Dieser Aufbau erlaubt Drehbewegungen, Linearbewegungen oder zusammengesetzte Bewegungen bei kleinem Reibungskoeffizienten. Die Hublänge bei Typ ST beträgt das Doppelte des Käfiglaufweges.

Dieser Typ ist preisgünstig bei hoher Genauigkeit und findet in vielen Bereichen Anwendung wie zum Beispiel in Gesenken von Formpressen, Farbwalzen von Druckmaschinen, in der Werkstückaufnahme von Stanzmaschinen, Pressenbeschickungen, Spannfutter von Erodiermaschinen, Ausgleichseinrichtungen von Wickelwalzen, Spinn- und Webmaschinen, Verformungsmessgeräten, Spindeln von optischen Messgeräten und Kopierern.

**[Sehr niedriger Reibungskoeffizient]**

Es besteht ein Punktkontakt zwischen Kugeln und Laufbahn, wodurch der Verlust durch Rollreibung minimal ist. Jede Kugel wird einzeln im Käfig gehalten. Dadurch gewährleistet die Kugelführung Drehbewegungen bei minimalem Reibungskoeffizienten ( $\mu=0,0006$  bis  $0,0012$ ).

**[Kompakter Aufbau]**

Da die Führung nur aus einer dünnwandigen Buchse und Kugeln besteht, ist der Außendurchmesser sehr gering, und es wird ein kompakter, platzsparender Aufbau erreicht.

**[Hochgenau und preisgünstig]**

So kann eine preisgünstige, hochgenaue Führung hergestellt werden.

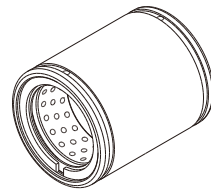
**Typenübersicht****Typ ST für geringe Belastungen**Maßtabelle → **A 5-10**

Der Typ ST ermöglicht große Hublängen bei geringen Belastungen.

Wellendurchmesser:  $\phi 6$  bis  $\phi 100$  mm

Außerdem ist dieser Typ mit Dichtung erhältlich:

Typ ST-UU



Typ ST

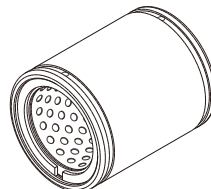
**Typ ST-B für mittlere Belastungen**Maßtabelle → **A 5-10**

Dieser Typ hat die gleichen Außenabmessungen wie Typ ST, aber aufgrund des längeren Käfigs eine kürzere Hublänge und ist doppelt so hoch belastbar wie ST.

Wellendurchmesser:  $\phi 8$  bis  $\phi 100$  mm

Außerdem ist dieser Typ mit Dichtung erhältlich:

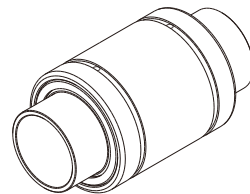
Typ ST-UUB



Typ ST-B

**Typ STI mit Innenbuchse**

Für nicht gehärtete Wellen kann der Typ STI mit einer Innenbuchse geliefert werden. Die Innenbuchse wird auf Bestellung gefertigt.



Typ STI

---

## Berechnung der nominellen Lebensdauer

---

### [Tragzahl]

Die Tragzahlen für den Typ ST sind in den entsprechenden Tabellen mit den technischen Daten angegeben.

### [Nominelle Lebensdauer]

Die nominelle Lebensdauer des Typs ST wird nach der folgenden Gleichung berechnet.

$$L = \left( \frac{f_H \cdot f_T \cdot f_c}{f_w} \cdot \frac{C}{P_c} \right)^3$$

- L : Nominelle Lebensdauer (Einheit: 10<sup>6</sup> Umdrehungen)  
(Gesamtzahl der Umdrehungen, die 90% einer Gruppe baugleicher unabhängig arbeitender Kugelführungen unter gleichen Betriebsbedingungen ohne Anzeichen von Ermüdung erreichen kann.)
- C : Dynamische Tragzahl (N)
- P<sub>c</sub> : Berechnete Radialbelastung (N)
- f<sub>H</sub> : Härtefaktor (siehe Abb. 2 auf **A5-6**)
- f<sub>T</sub> : Temperaturfaktor (siehe Abb. 3 auf Seite **A5-6**)
- f<sub>c</sub> : Kontaktfaktor (siehe Tab. 1 auf **A5-7**)
- f<sub>w</sub> : Belastungsfaktor (siehe Tab. 2 auf **A5-7**)

### ● Momentbelastung auf eine einzelne Mutter

Wenn eine Momentbelastung auf eine einzelne Mutter wirkt, muss die äquivalente radiale Belastung bei wirkendem Moment berechnet werden.

$$P_u = K \cdot M$$

- P<sub>u</sub> : Äquivalente radiale Belastung (N)  
(bei wirkendem Moment)
- K : Äquivalenzfaktor  
(siehe Tab. 3 bis Tab. 4 auf **A5-7**)
- M : Wirkendes Moment (N-mm)

Es wird jedoch davon ausgegangen, dass P<sub>u</sub> innerhalb der statischen Tragzahl (C<sub>0</sub>) liegt.

### ● Bei gleichzeitig wirkender Moment- und Radialbelastung

Bei gleichzeitig wirkender Moment- und Radialbelastung basiert die Ermittlung der nominellen Lebensdauer auf der Summe aus Radialbelastung und äquivalenter Radialbelastung.

**[Berechnung der Lebensdauer]**

Nach Berechnen der nominellen Lebensdauer (L) kann bei konstanter Drehzahl und Zyklenzahl mit Hilfe der nachfolgenden Gleichung die Lebensdauer in Stunden berechnet werden.

- Für Drehbewegungen oder zusammengesetzte Bewegungen

$$L_h = \frac{10^6 \times L}{60 \sqrt{(dm \cdot n)^2 + (10 \times \alpha \cdot \ell_s \cdot n_1)^2} / dm}$$

- Für Linearbewegungen

$$L_h = \frac{10^6 \times L}{60 \times 10 \times \alpha \cdot \ell_s \cdot n_1 / (\pi \cdot dm)}$$

$L_h$	: Lebensdauer	(h)
$n$	: Umdrehungen pro Minute	( $\text{min}^{-1}$ )
$n_1$	: Zyklenzahl pro Minute	( $\text{min}^{-1}$ )
$\ell_s$	: Hublänge	(mm)
$dm$	: Kugelmittendurchmesser ( $dm = 1,15 \times dr$ )	(mm)
$dr$	: Innendurchmesser	(mm)
$\alpha$	: Werkstoffkoeffizient des Käfigs ( $\alpha = 0,7$ )	

### [Zulässige Dreh- und Zyklenzahlen]

Die zulässigen Dreh- und Zyklenzahlen für den Typ ST werden nach der folgenden Gleichung ermittelt:

$$DN \geq dm \cdot n + 10 \times \ell_s \cdot n_1$$

Für den DN-Wert gelten folgende Grenzwerte:

Bei Ölschmierung  $DN=600000$

Bei Fettschmierung  $DN=300000$

Es müssen folgende Bedingungen beachtet werden:

$$n \leq 5000$$

$$\ell_s \cdot n_1 \leq 50000$$

#### ● $f_H$ : Härtefaktor

Für die maximale Tragfähigkeit beim Typ ST muss die Härte der Laufbahnen zwischen 58 und 64 HRC liegen.

Liegt die Härte unter dem angegebenen Mindestwert, sind die dynamische und die statische Tragzahl geringer. Deshalb muss jede Tragzahl mit dem entsprechenden Härtefaktor ( $f_H$ ) multipliziert werden.

Im Normalfall ist  $f_H=1,0$ .

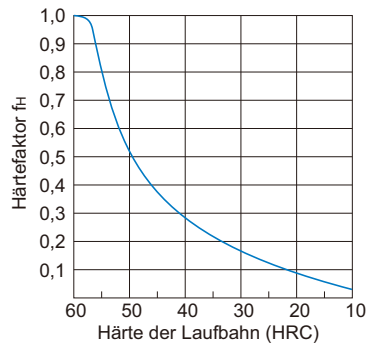


Abb. 2 Härtefaktor ( $f_H$ )

#### ● $f_T$ : Temperaturfaktor

Überschreitet die Umgebungstemperatur während des Betriebes  $100^\circ\text{C}$ , sind die nachteiligen Auswirkungen hoher Temperaturen zu berücksichtigen und die Tragzahlen mit dem Temperaturfaktor aus Abb. 3 zu multiplizieren.

Hinweis: Für den Einsatz bei Temperaturen über  $80^\circ\text{C}$  wenden Sie sich bitte an THK.

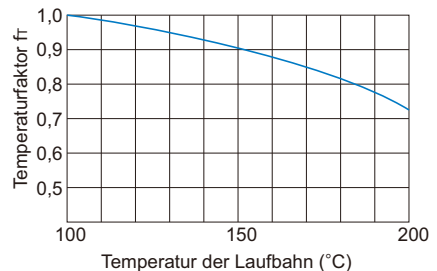


Abb. 3 Temperaturfaktor ( $f_T$ )

### ● $f_c$ : Kontaktfaktor

Wenn mehrere Kugelbuchsen in einem Linear-system auf engem Raum eingesetzt werden, ist eine gleichmäßige Lastverteilung aufgrund von Momenten, Abweichungen der Montagefläche u.a. nur schwer zu erreichen. Daher sollte die dynamische Tragzahl mit dem Kontaktfaktor aus Tab. 1 multipliziert werden.

Hinweis: Bei erwarteter ungleicher Lastverteilung in großen Maschinen ist der jeweilige Kontaktfaktor aus Tabelle 1 zu berücksichtigen.

Tab. 1 Kontaktfaktor ( $f_c$ )

Anzahl der eng zusammen-gesetzten Kugelführungen	Kontaktfaktor $f_c$
2	0,81
3	0,72
4	0,66
5	0,61
Normalbetrieb	1

### ● $f_w$ : Belastungsfaktor

Maschinen mit oszillierenden Bewegungen verursachen normalerweise Stöße und Vibrationen. Diese Zusatzbelastungen die bei wiederholtem Anfahren und Anhalten auftreten, können nur sehr schwer rechnerisch erfasst werden. Da sie aber großen Einfluß auf die Lebensdauer des Linear-systems haben können, sollte die dynamische Tragzahl durch die in Tab. 2 aufgeführten Erfahrungswerte dividiert werden.

Tab. 2 Belastungsfaktor ( $f_w$ )

Schwingungen/ Stöße	Geschwindigkeit (V)	$f_w$
schwach	sehr langsam $V \leq 0,25$ m/s	1 bis 1,2
leicht	langsam $0,25 < V \leq 1$ m/s	1,2 bis 1,5
mittel	mittel $1 < V \leq 2$ m/s	1,5 bis 2
stark	hoch $V > 2$ m/s	2 bis 3,5

## Tabelle Äquivalenzfaktoren

Tab. 3 Äquivalenzfaktor für den Typ ST

Baugröße	Äquivalenzfaktor: K
	Einzelmutter
ST 6	0,726
ST 8	0,721
ST 10	0,489
ST 12	0,421
ST 16	0,408
ST 20	0,419
ST 25	0,42
ST 30	0,28
ST 35	0,285
ST 40	0,252
ST 45	0,251
ST 50	0,207
ST 55	0,206
ST 60	0,206
ST 70	0,206
ST 80	0,186
ST 90	0,185
ST 100	0,185

Tab. 4 Äquivalenzfaktor für den Typ ST-B

Baugröße	Äquivalenzfaktor: K
	Einzelmutter
ST 8B	0,444
ST 10B	0,301
ST 12B	0,259
ST 16B	0,251
ST 20B	0,258
ST 25B	0,257
ST 30B	0,171
ST 35B	0,175
ST 40B	0,154
ST 45B	0,154
ST 50B	0,127
ST 55B	0,127
ST 60B	0,127
ST 70B	0,127
ST 80B	0,114
ST 90B	0,114
ST 100B	0,114

## Genauigkeitsklassen

Die Toleranzwerte bezüglich Innendurchmesser ( $d_r$ ), Außendurchmesser ( $D$ ) und Buchsenlänge ( $L$ ) finden Sie in der entsprechenden Tabelle.

Da die Spannung der Sicherungsringe zur Verformung der Buchse in den Randzonen führen kann, wird der Durchmesser der Buchse über den Mittelwert des relevanten Messbereichs ermittelt.

$$W = 4 + \frac{L}{8}$$

W : Nicht relevanter Messbereich (mm)  
L : Buchsenlänge (mm)

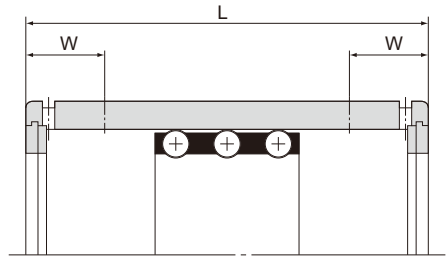


Abb. 4 Messbereich der Buchse

## Passung

Der Käfig der Kugelführung ST verfährt theoretisch um den halben Weg der Welle (oder Buchse). Das Spiel ist klein zu wählen, um Bewegungsfehler durch ungleichmäßige Belastung, Vibrationen etc. möglichst gering zu halten. Für hohe Anforderungen an die Präzision oder vertikal angeordnete Wellen wird ein Radialspiel von 0 bis  $-10\mu\text{m}$  empfohlen.

Gegenstand	Normalbedingungen	Vertikale Welle oder hohe Genauigkeit
Welle ST	k5, m5	n5, p5
Gehäuse	H6, H7	J6, J7



---

## Welle

---

Bei der für den Typ ST verwendeten Welle laufen die Kugeln direkt auf der Oberfläche der Welle. Deshalb müssen bei der Herstellung der Welle die Härte, Oberflächenrauigkeit und Maßgenauigkeit besonders berücksichtigt werden.

Da die Härte der Welle entscheidenden Einfluss auf die Lebensdauer hat, müssen Material und Härtingsverfahren sorgfältig ausgewählt werden.

THK stellt qualitativ hochwertige Wellen für den Typ ST her. Detaillierte Angaben erhalten Sie von THK.

### [Material]

Im Allgemeinen werden folgende Materialien zur Oberflächenhärtung durch Induktionshärtung verwendet:

- SUJ2 (JIS G 4805: Wälzlagerstahl)
- SK3 bis 6 (JIS G 4401: kohlenstoffhaltiger Werkzeugstahl)
- S55C (JIS G 4051: Vergütungsstahl)

### [Härte]

Wir empfehlen eine Oberflächenhärte von mindestens 58 HRC (=653 HV). Die Tiefe der Härteschicht wird durch den Wellendurchmesser bestimmt. Wir empfehlen ca. 2 mm für allgemeine Anwendungen.

Die Welle kann mit einer gehärteten Buchse versehen werden.

### [Oberflächenrauigkeit]

Um möglichst leichtgängige Bewegung zu erreichen, sollte die Oberfläche auf maximal 0,40 Ra bearbeitet sein. Für höhere Verschleißfestigkeit wird empfohlen, die Oberfläche auf maximal 0,20 Ra zu bearbeiten.

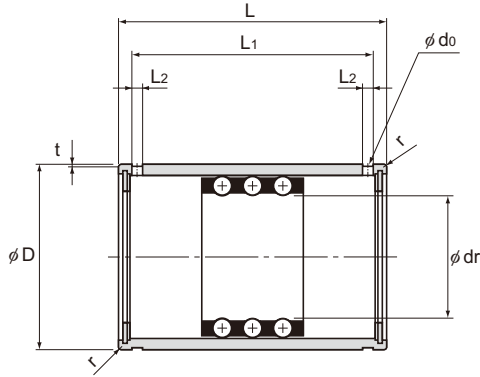
---

## Montage der Welle

---

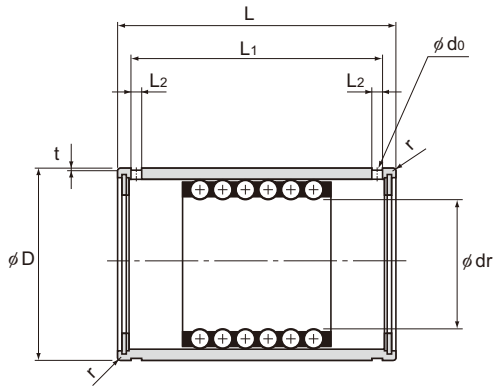
Die Wellen sind bei der Montage in spezifizierter Lage einzupassen. Insbesondere bei Vorspannung kann eine höhere Einpresskraft erforderlich sein. Die Welle nicht gewaltsam einpressen, sondern mit Öl schmieren und nach und nach behutsam einpressen.

# Typ ST / ST-B



Typ ST  
(für geringe Belastungen)

Baureihe/-größe	Maximale Hublänge	Innendurchmesser				Außendurchmesser	
		dr	Toleranz	D	Toleranz		
		ST 6	14	6	+0,018 +0,010	12	0 -0,008
ST 8 ST 8B	24 8	8	+0,022 +0,013	15			
ST 10 ST 10B	30 8	10		+0,027 +0,016	19	0 -0,009	
ST 12 ST 12B	32 8	12	23				
ST 16 ST 16B	40 16	16	28				
ST 20 ST 20B	54 28	20	+0,033 +0,020	32	0 -0,011		
ST 25 ST 25B	54 28	25		37			
ST 30 ST 30B	82 44	30		45			
ST 35 ST 35B	92 54	35	+0,041 +0,025	52	0 -0,013		

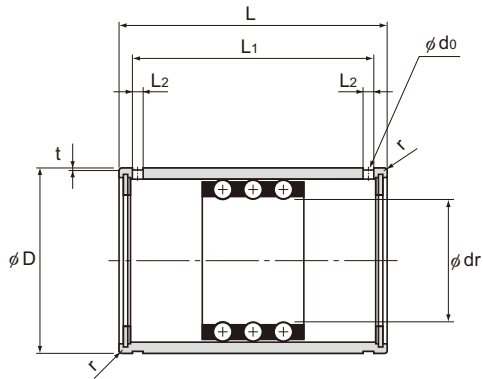


Typ ST-B  
(für mittlere Belastungen)

Einheit: mm

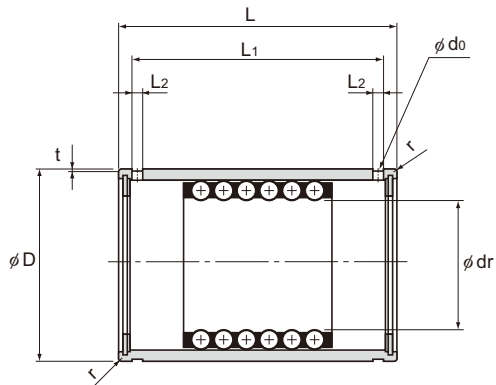
							Dynamische Tragzahl C kN	Statische Tragzahl C <sub>0</sub> kN	Gewicht g	
Länge		L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	t	d <sub>0</sub>	r				
L	Toleranz									
19	0 -0,2	13,5	1,1	0,25	—	0,3	0,98	0,23	8	
24		20,1	1,5	0,5	1,5	0,5	0,98 2,06	0,27 0,55	16,4 17,6	
30		25,7	1,5	0,5	1,5	0,5	2,35 4,61	0,62 1,27	31,5 34,5	
32		27,5	1,5	0,5	1,5	0,5	4,02 8,14	1,08 2,25	47 53,5	
37		32,1	1,5	0,5	1,5	0,5	4,02 8,04	1,27 2,65	77 85	
45		39,8	2	0,5	2	0,5	4,12 8,33	1,57 3,24	109 120	
45		0 -0,3	39,8	2	0,5	2	1	4,12 8,14	1,76 3,63	128 142
65			58,5	2,5	0,5	2,5	1	9,31 18,7	4,12 8,14	240 275
70			63,5	2,5	0,7	2,5	1,5	9,41 18,7	4,51 9,02	370 410

# Typ ST / ST-B



Typ ST  
(für geringe Belastungen)

Baureihe/-größe	Maximale Hublänge	Innendurchmesser				Außendurchmesser	
		dr	Toleranz	D	Toleranz		
					0	-0,013	
ST 40 ST 40B	108 66	40	+0,041 +0,025	60	0 -0,013		
ST 45 ST 45B	108 66	45		65			
ST 50 ST 50B	138 88	50		72			
ST 55 ST 55B	138 88	55	+0,049 +0,030	80	0 -0,015		
ST 60 ST 60B	138 88	60		85			
ST 70 ST 70B	138 88	70		95			
ST 80 ST 80B	132 76	80		110			
ST 90 ST 90B	132 76	90	+0,058 +0,036	120	0 -0,018		
ST 100 ST 100B	132 76	100		130			

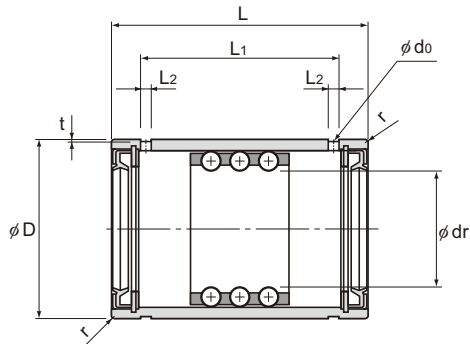


Typ ST-B  
(für mittlere Belastungen)

Einheit: mm

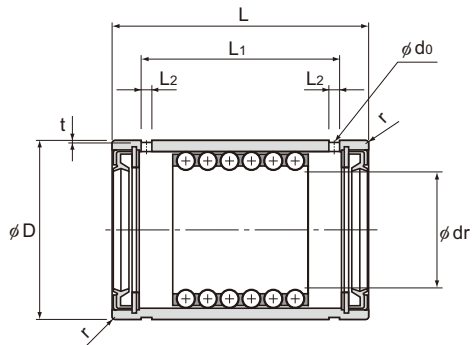
								Dynamische Tragzahl	Statische Tragzahl	Gewicht
Länge		Toleranz	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	t	d <sub>0</sub>	r	C	C <sub>0</sub>	g
L								kN	kN	
80	0 -0,3	73,3	2,5	0,7	2,5	1,5	12,5 25	6,18 12,4	570 635	
80		73,3	2,5	0,7	2,5	1,5	12,6 25,2	6,76 13,5	625 695	
100		92,4	3	1	3	1,5	16,3 32,5	8,82 17,7	910 1020	
100		92,4	3	1	3	2	16,6 33	9,71 19,3	1270 1380	
100	0 -0,4	92,4	3	1	3	2	16,8 33,6	10,5 21	1360 1480	
100		92,4	3	1	3	2	16,9 33,8	11,7 23,3	1530 1670	
100		92	3	1,5	3	2	21,3 42,5	15,3 30,6	2220 2430	
100		92	3	1,5	3	2	21,7 43,3	16,9 33,7	2440 2670	
100		92	3	1,5	3	2	22 43,9	18,3 36,8	2670 2910	

# Typen ST...UU / ST...UUB



Typ ST...UU  
(für geringe Belastungen)

Baureihe/-größe	Maximale Hublänge	Innendurchmesser		Außendurchmesser	
		dr	Toleranz	D	Toleranz
		ST 8UU	14	8	+0,022 +0,013
ST 10UU	16	10	19		
ST 12UU	17	12	+0,027 +0,016	23	0 -0,009
ST 16UU	24	16		28	
ST 20UU ST 20UUB	32 12	20	+0,033 +0,020	32	0 -0,011
ST 25UU ST 25UUB	32 12	25		37	
ST 30UU ST 30UUB	65 27	30		45	
ST 35UU ST 35UUB	75 37	35	+0,041 +0,025	52	0 -0,013
ST 40UU ST 40UUB	91 49	40		60	
ST 45UU ST 45UUB	91 49	45		65	

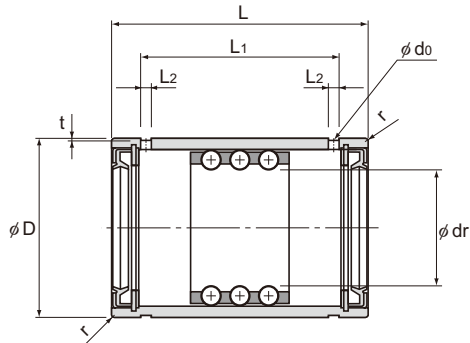


Typ ST...UUB  
(für mittlere Belastungen)

Einheit: mm

Länge								Dynamische Tragzahl C kN	Statische Tragzahl C <sub>0</sub> kN	Gewicht g
L	Toleranz	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	t	d <sub>0</sub>	r				
24	0 -0,2	15,3	1,5	0,5	1,5	0,5	0,98	0,27	17	
30		18,5	1,5	0,5	1,5	0,5	2,35	0,62	31	
32		20,1	1,5	0,5	1,5	0,5	4,02	1,08	49	
37		24,1	1,5	0,5	1,5	0,5	4,02	1,27	80	
45		30,8	2	0,5	2	0,5	4,12 8,33	1,57 3,24	112 125	
45	0 -0,3	30,8	2	0,5	2	1	4,12 8,14	1,76 3,63	132 145	
65		50,1	2,5	0,5	2,5	1	9,31 18,7	4,12 8,14	245 280	
70		55,1	2,5	0,7	2,5	1,5	9,41 18,7	4,51 9,02	375 420	
80		64,9	2,5	0,7	2,5	1,5	12,5 25	6,18 12,4	580 640	
80		64,9	2,5	0,7	2,5	1,5	12,6 25,2	6,76 13,5	635 705	

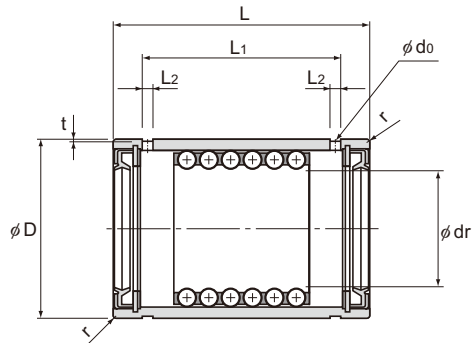
# Typen ST...UU / ST...UUB



Typ ST...UU  
(für geringe Belastungen)

Baureihe/-größe	Maximale Hublänge	Innendurchmesser				Außendurchmesser	
		dr	Toleranz	D	Toleranz		
ST 50UU ST 50UUB	120 70	50	+0,041 +0,025	72	0 -0,013		
ST 55UU ST 55UUB	120 70	55	+0,049 +0,030	80			
ST 60UU ST 60UUB	120 70	60		85			
ST 70UU ST 70UUB	120 70	70		95			
ST 80UU ST 80UUB	114 58	80		110	0 -0,015		
ST 90UU ST 90UUB	114 58	90	120				
ST 100UU ST 100UUB	114 58	100	130	0 -0,018			





Typ ST...UUB  
(für mittlere Belastungen)

Einheit: mm

								Dynamische Tragzahl C kN	Statische Tragzahl C <sub>0</sub> kN	Gewicht g
Länge		L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	t	d <sub>0</sub>	r				
L	Toleranz									
100	0 -0,3	83,4	3	1	3	1,5	16,3 32,5	8,82 17,7	920 1030	
100		83,4	3	1	3	2	16,6 33	9,71 19,3	1280 1400	
100		83,4	3	1	3	2	16,8 33,6	10,5 21	1370 1490	
100	0 -0,4	83,4	3	1	3	2	16,9 33,8	11,7 23,3	1540 1680	
100		83	3	1,5	3	2	21,3 42,5	15,3 30,6	2240 2450	
100		83	3	1,5	3	2	21,7 43,3	16,9 33,7	2470 2700	
100		83	3	1,5	3	2	22 43,9	18,3 36,8	2700 2940	

# MST

## Miniaturkugelführung MST

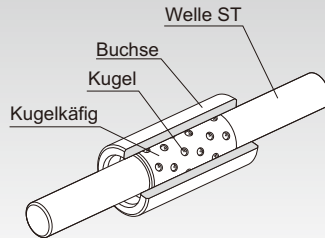


Abb. 1 Aufbau der Miniaturkugelführung Typ MST

### Aufbau und Merkmale

Der Typ MST besteht aus einer Welle, einem Kugelkäfig und einer Buchse. Diese Komponenten können je nach Anwendung beliebig kombiniert werden. Die Miniaturkugelführung verfügt über einen kleinen Querschnitt, minimales Spiel und ermöglicht extrem leichtgängige und gleichmäßige Bewegungen. Deshalb findet die Miniaturkugelführung MST breite Anwendung in kleinen Präzisionsmessgeräten wie Spindeln in optischen Messgeräten, Zeichenstiftplottern, Büroautomation, Rechnern, automatischen Waagen, digitalen Längenmessern und Magnetventilen.

#### [Hochgenaues Lager]

Präzisionsstahlkugeln (Rundheitstoleranz: 0,0003 mm) gemäß JIS B 1501 sind im Kugelkäfig aus einer Kupferlegierung integriert und gewährleisten so eine hohe Genauigkeit. Der Käfig hält die Kugeln dank seiner speziellen Ausführung wirksam zurück.

#### [Hohe Lebensdauer]

Für die Buchse werden ausgewählte Werkstoffe verwendet, die wärmebehandelt und geschliffen sind. Zusätzlich sind die Rollbahnen ultrafein geschliffen. Die Kugelreihen sind dicht zueinander im Kugelkäfig angeordnet. Die Kugeln sind dabei so angeordnet, dass sich die Laufbahnen nicht überschneiden. Dies führt zu geringem Verschleiß und entsprechend hoher Lebensdauer.

**[Kompakter Aufbau]**

Durch die Kombination von Kugeln mit 1 mm Durchmesser und einer dünnwandigen Buchse werden ein kleiner Querschnitt und platzsparender Aufbau erzielt.

**[Extrem niedriger Reibwiderstand]**

Durch den Punktkontakt zwischen Kugeln und Laufbahn ist der Verlust durch Rollreibung minimal, und es wird eine Rollbewegung mit niedriger Reibung erreicht.

---

**Passung**

---

Die Bohrungen der Lagergehäuse sind mit H6 oder H7 Toleranz zu bearbeiten und die Buchse nach dem Einbau mit Kleber zu sichern.

Bei Presspassung wird der Innendurchmesser durch Einbauen der Buchse verringert. Deshalb muss der Innendurchmesser nach dem Einpressen der Buchse geprüft und der Wellendurchmesser so eingestellt werden, dass eine korrekte Vorspannung erreicht wird. Stellen Sie sicher, dass die Vorspannung maximal  $-2 \mu\text{m}$  beträgt.

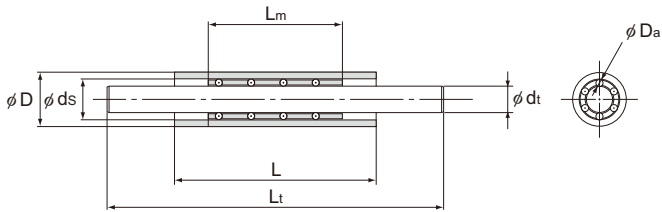
---

**Verfahrweg des Kugelkäfigs**

---

Der Käfig kann in der selben Richtung wie die Welle um den halben Weg ( $\ell_s$ ) der Buchse oder der Welle verfahren.

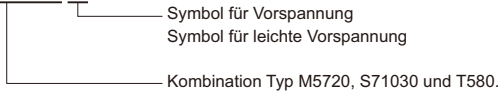
# Typ MST



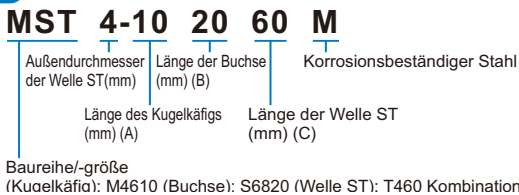
Baureihe/ -größe	Kugelkäfig					Buchse	
	Baureihe/ -größe	$D_a$	$L_m$ (A)	Zulässige Belastung $C_0$ N	Gewicht g	Baureihe/ -größe	D
MST 3-A•B•C	M3510	1	10	68,6	0,7	S5710	7 0 -0,006
	M3515		15	98	1,1	S5720	
	M3520		20	137	1,4	S5730	
MST 4-A•B•C	M4610	1	10	78,4	0,9	S6810	8 0 -0,006
	M4615		15	118	1,4	S6820	
	M4620		20	157	1,9	S6830	
MST 5-A•B•C	M5710	1	10	98	1,1	S71010	10 0 -0,006
	M5715		15	137	1,7	S71020	
	M5720		20	186	2,3	S71030	
MST 6-A•B•C	M6810	1	10	108	1,2	S81120	11 0 -0,011
	M6815		15	157	2,0	S81130	
	M6820		20	216	2,6	S81140	

Hinweis: Wenn das Radialspiel Null oder weniger sein soll, fügen Sie bitte das Symbol „C1“ am Ende der Typnummer hinzu.

(Beispiel) MST5-203080 C1



## Aufbau der Bestellbezeichnung



Hinweis: Die Typnummern für Kugelkäfig, Buchse und Welle sind in den entsprechenden Tabellen angegeben.

Einheit: mm

Buchse			Welle				Radialspiel $\mu\text{m}$	
$d_s$	L (B)	Gewicht g	Baureihe/-größe	$d_i$	$L_i$ (C)	Gewicht g		
5 $\pm 0,002$	10	1,4	T350 T360	3	0 -0,003	50	2,8	-2 bis +5
	20	2,9				60	3,3	
	30	4,5						
6 $\pm 0,002$	10	1,7	T450 T460	4	0 -0,003	50	4,5	-2 bis +5
	20	3,6				60	5,6	
	30	5,0						
7 $\pm 0,002$	10	2,9	T550 T580	5	0 -0,003	50	7,1	-2 bis +5
	20	6,3				80	12,6	
	30	10,0						
8 $\pm 0,002$	20	7,1	T650 T680	6	0 -0,003	50	10,0	-2 bis +5
	30	10,0				80	16,6	
	40	12,6						

# KS/BS

## Formgepresste Kugelkäfige KS und BS

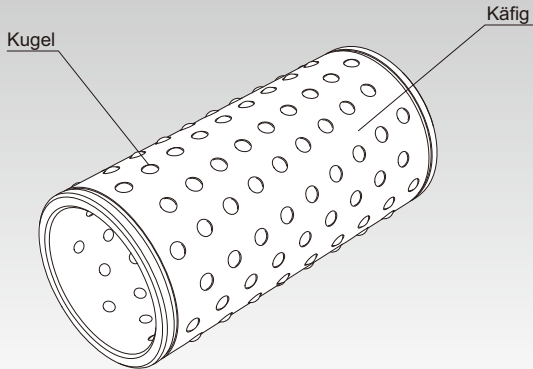


Abb. 1 Aufbau des formgepressten Kugelkäfigs beim Typ KS

### Aufbau und Merkmale

Bei den Typen KS und BS sind eine große Anzahl Präzisionsstahlkugeln (Rundheitstoleranz: 0,0005 mm) gemäß JIS B 1501 in einem leichten, hochsteifen Kugelkäfig integriert. Die Kugeln sind spiralförmig im Käfig angeordnet, so dass sich die Laufbahnen nicht überschneiden. Dies führt zu geringem Verschleiß mit entsprechend hoher Lebensdauer.

Zudem sind die Käfigtaschen, die die Kugeln halten, mit hoher Präzision gefertigt und umschließen die Kugeln durch einen einzigartigen Fertigungsprozess, was ein Herausfallen der Kugeln verhindert. Dies gewährleistet einen ruhigen Lauf, selbst wenn der Kugelkäfig länger als das Gehäuse ist. Diese Kugelkäfige finden Anwendung in Präzisionsformpressen, Spinn- und Webmaschinen, Präzisionsmessgeräten, Registriermaschinen, medizinischen Geräten und vielen Werkzeugmaschinen.

### Berechnung der Lebensdauer

Die Tragzahlen für die Typen KS und BS sind in den entsprechenden Tabellen der technischen Daten angegeben. Die jeweilige Lebensdauer wird mit Hilfe der Gleichung zur Ermittlung der Lebensdauer für Kugelführungen Typ ST auf **A5-4** ermittelt.

## Passung

Wenn ein formgepresster Kugelkäfig in der Führungssäule einer Präzisionsformpresse eingesetzt wird, wird zur Erhöhung der Genauigkeit und der Steifigkeit des Kugelkäfigs normalerweise ein negatives Spiel gewählt. In Tab. 1 sind typische Passungstoleranzen zwischen Welle und Innendurchmesser angegeben. Wählen Sie die Innendurchmesser der Kugelführung und der Welle so aus, dass das Spiel innerhalb der in der entsprechenden Tabelle angegebenen Toleranzen für das Radialspiel liegt.

Tab. 1 Passungstoleranzen zwischen Innendurchmesser und Welle

Toleranz des Innendurchmessers D	K5
Abmessungstoleranz der Welle d	h5

## Montage des Kugelkäfigs

Abb. 2 zeigt Beispiele zur Montage von formgepressten Kugelkäfigen.

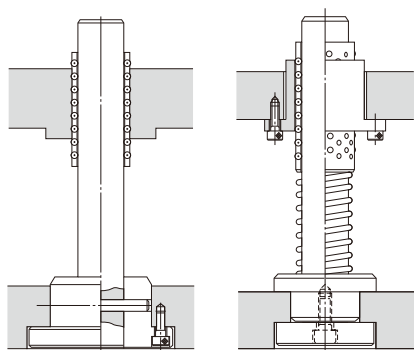
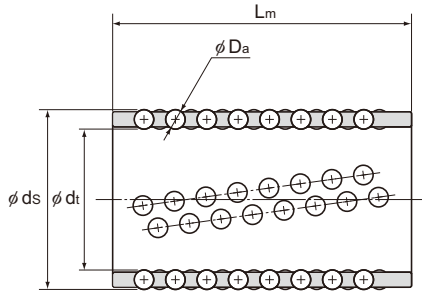


Abb. 2 Montagebeispiele

# Typ KS / BS



Einheit: mm

Baureihe/ -größe	Hauptabmessungen				Radialspiel-Toleranz $\mu\text{m}$	Tragzahl		Gewicht g
	$d_i$	$D_a$ (Zoll)	$d_s$	$L_m$		C kN	$C_0$ kN	
KS 1955	19	3	25	55	-7	10,3	3,82	31,7
BS 1955	19	3,175 (1/8)	25,35	55	-7	11,7	4,22	33,2
KS 2260	22	3	28	60	-7	10,7	4,22	37,6
BS 2260	22	3,175 (1/8)	28,35	60	-7	12,2	4,71	39,1
KS 2565	25	3	31	65	-7	11,7	5	45,4
BS 2565	25	3,175 (1/8)	31,35	65	-7	13,2	5,59	47,1
KS 2870	28	4	36	70	-9	18	7,65	80,4
BS 2870	28	3,969 (5/32)	35,938	70	-9	17,7	7,55	80,0
KS 3275	32	4	40	75	-9	19,7	9,12	96,5
BS 3275	32	3,969 (5/32)	39,938	75	-9	19,3	8,92	96,0
KS 3880	38	5	48	80	-10	25	12	156
BS 3880	38	4,762 (3/16)	47,525	80	-10	22,5	10,9	150

Hinweis: Typ BS hat zur Unterscheidung von Typ KS eine Rille auf der Außenfläche.  
Für Typ KS und BS werden auch Wellen gefertigt. Detaillierte Angaben erhalten Sie von THK.



## Aufbau der Bestellbezeichnung

Die Bestellbezeichnung hängt von den Typenmerkmalen ab. Richten Sie sich nach dem entsprechenden Beispiel zur Bestellbezeichnung.

### [Kugelführung]

- Typen **ST, ST-B, ST...UU** und **ST...UUB**

**ST20UUB**

Baugröße

### [Miniatürkugelführung]

- Typen **M, S, T** und **MST**

- Nur Kugelkäfig
- Nur Buchse
- Nur Welle

**M4610**

Baugröße

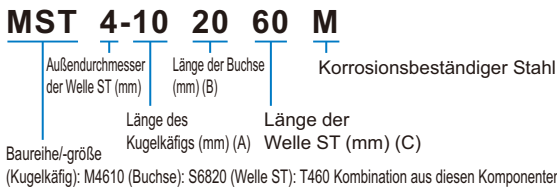
**S6820**

Baugröße

**T460**

Baugröße

- Kombination aus Kugelkäfigen, Buchse und Welle



Hinweis: Die Typnummern für Kugelkäfig, Buchse und Welle sind in den entsprechenden Tabellen angegeben.

### [Formgepresster Kugelkäfig]

- Typen **KS** und **BS**

**KS3880**

Baugröße

## [Handhabung]

- (1) Die Teile dürfen nicht demontiert werden. Dies führt zu einem Verlust der Funktionsfähigkeit.
- (2) Die Kugelführung nicht fallen lassen oder stoßen. Dies könnte Verletzungen oder Schäden verursachen. Stöße können außerdem die Funktionsfähigkeit beeinträchtigen, auch wenn äußerlich keine Schäden erkennbar sind.
- (3) Tragen Sie bei der Handhabung des Produkts aus Sicherheitsgründen Schutzhandschuhe, Sicherheitsschuhe usw.

## [Vorsichtsmaßnahmen]

- (1) Bei der Kugelführung des Typs ST kann das Eindringen von Fremdpartikeln zu erhöhter Abnutzung führen und die Lebensdauer verkürzen. Wenn die Gefahr besteht, dass Fremdkörper eindringen, verwenden Sie eine Dichtung oder einen anderen Schutz, der für die Betriebsbedingungen geeignet sind. Eine äußerst abriebfeste synthetische Gummidichtung (Typ ST...UU) und eine staubdichte Filzdichtung mit niedrigem Dichtungsgegenstand (Typ ST...DD) sind für den Typ ST erhältlich.
- (2) Haften Fremdkörper, wie Metallspäne, am Produkt, ist das Produkt zu reinigen und anschließend neu zu schmieren.
- (3) Setzen Sie das Produkt nicht bei Temperaturen von 80 °C oder höher ein. Hohe Temperaturen können Verformungen/Schäden an Teilen aus Kunststoff/Gummi verursachen.
- (4) Falls das Produkt in Bereichen verwendet wird, in denen möglicherweise Metallspäne, Kühlflüssigkeit, Korrosion verursachendes Lösungsmittel, Wasser usw. in das Produkt eindringen, Faltenbalg, Abdeckungen usw. verwenden, um ein Eindringen in das Produkt zu verhindern.
- (5) Kleine Hubbewegungen behindern eine Bildung des Schmierfilms auf der Laufbahn, die in Kontakt mit dem Wälzkörper steht, und können zu Tribokorrosion führen. Setzen Sie ein Schmiermittel mit hervorragenden Eigenschaften gegen Tribokorrosion ein. Außerdem wird empfohlen, regelmäßig eine Hubbewegung über die Länge des Kugelkäfigs hinweg auszuführen, um die Bildung des Schmierfilms zwischen Laufbahn und Wälzkörper sicherzustellen.
- (6) Üben Sie beim Anbringen von Teilen (Zylinderstift, Passfeder usw.) am Produkt nicht zu viel Kraft aus. Dadurch können Druckstellen an der Laufbahn entstehen, was zu einem Verlust der Funktionsfähigkeit führen kann.
- (7) Führen Sie die Welle gerade durch die Öffnung ein. Wenn die Welle schräg eingeführt wird, können Fremdpartikel eindringen, interne Teile beschädigt werden oder Kugeln herausfallen.
- (8) Wenn das Produkt mit entfernten Kugeln verwendet wird, führt dies zu einer vorzeitigen Beschädigung.
- (9) Wenden Sie sich an THK, wenn Kugeln herausfallen und verwenden Sie das Produkt nicht weiter, wenn Kugeln fehlen.
- (10) Wenn eine befestigte Komponente zu locker oder falsch montiert ist, wird die Lagerbelastung auf einen Punkt konzentriert, und die Leistung nimmt deutlich ab. Stellen Sie sicher, dass das Gehäuse und der Sockel fest genug, die Ankerschrauben stark genug und die Komponenten richtig montiert sind.

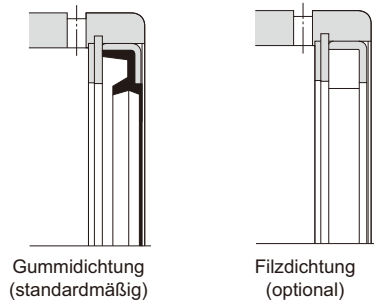


Abb. 1 Dichtungen für die Kugelführung

**[Schmierung]**

- (1) Vor Inbetriebnahme ist das Korrosionsschutzöl sorgfältig zu entfernen und das Produkt zu schmieren.
- (2) Unterschiedliche Schmiermittel dürfen nicht gemischt werden. Das Mischen von Schmiermittel unter Verwendung desselben Verdickungsmittels kann immer noch nachteilige Wechselwirkungen zwischen den zwei Schmiermittel hervorrufen, wenn diese unterschiedliche Zusätze usw. verwenden.
- (3) Wird das Produkt in Umgebungen eingesetzt, in denen konstante Schwingungen herrschen, oder in speziellen Umgebungen, wie Reinräumen, unter Vakuum oder bei extremen Temperaturen, verwenden Sie das für geeignete Schmierfett.
- (4) Tragen Sie das Schmierfett direkt auf die Laufbahn auf und führen Sie mehrmals eine Hubbewegung des Produkts durch, damit sich das Schmierfett im Inneren verteilt.
- (5) Die Konsistenz des Schmierfetts ändert sich je nach Temperatur. Beachten Sie, dass sich auch der Gleitwiderstand des Kugelführung mit der veränderten Konsistenz des Schmierfetts ändert.
- (6) Nach der Schmierung erhöht sich möglicherweise der Gleitwiderstand der Kugelführung aufgrund des Bewegungswiderstands des Schmierfetts. Führen Sie vor der Inbetriebnahme der Maschine einen Probelauf durch, damit sich das Schmierfett vollständig verteilen kann.
- (7) Direkt im Anschluss an die Schmierung kann sich überschüssiges Schmierfett verteilen. Entfernen Sie dieses je nach Bedarf.
- (8) Die Eigenschaften von Schmierfett verschlechtern sich, und die Leistungsfähigkeit der Schmierung lässt im Laufe der Zeit nach. Überprüfen Sie das Schmierfett daher regelmäßig und tragen Sie je nach Häufigkeit der Verwendung der Maschine zusätzlich Schmierfett auf.
- (9) Das Schmierintervall variiert je nach Verwendungs- und Umgebungsbedingungen. Stellen Sie das endgültige Schmierintervall/die Menge anhand der verwendeten Maschine ein.
- (10) Die Kugelführung des Typs ST kann sowohl mit Öl als auch mit Schmierfett geschmiert werden. Wählen Sie entsprechend des DN-Werts die angemessene Option. THK empfiehlt Lithiumfett der Konsistenzklasse 2.

**[Lagerung]**

Lagern Sie die Kugelführung in einer von THK dafür bestimmten Verpackung, und vermeiden Sie extreme Temperaturen und hohe Feuchtigkeit.

**[Entsorgung]**

Entsorgen Sie das Produkt ordnungsgemäß als Industrieabfall.





# Kugelführungen

THK Hauptkatalog

## B Technische Grundlagen

<b>Kugelführungen ST, ST-B und STI .....</b>	<b>A5-2</b>
• Aufbau und Merkmale .....	A5-2
• Typenübersicht .....	A5-3
• Berechnung der nominellen Lebensdauer .....	A5-4
• Genauigkeitsklassen .....	A5-8
• Passung .....	A5-8
• Welle .....	A5-9
• Montage der Welle .....	A5-9
<b>Miniaturkugelführung MST .....</b>	<b>A5-10</b>
• Aufbau und Merkmale .....	A5-10
• Passung .....	A5-11
• Verfahrenweg des Kugelkäfigs .....	A5-11
<b>Formgepresste Kugelkäfige KS und BS .....</b>	<b>A5-12</b>
• Aufbau und Merkmale .....	A5-12
• Berechnung der Lebensdauer .....	A5-12
• Passung .....	A5-13
• Montage des Kugelkäfigs .....	A5-13
<b>Baugröße .....</b>	<b>A5-14</b>
• Aufbau der Bestellbezeichnung ...	A5-14
<b>Vorsichtsmaßnahmen .....</b>	<b>A5-15</b>

## A Produktinformation (separat)

<b>Kugelführungen ST, ST-B und STI .....</b>	<b>A5-2</b>
• Aufbau und Merkmale .....	A5-2
• Typenübersicht .....	A5-3
• Berechnung der nominellen Lebensdauer .....	A5-4
• Tabelle Äquivalenzfaktoren .....	A5-7
• Genauigkeitsklassen .....	A5-8
• Passung .....	A5-8
• Welle .....	A5-9
• Montage der Welle .....	A5-9
<b>Maßzeichnungen und Maßtabellen</b>	
Typ ST / ST-B .....	A5-10
Typen ST····UU / ST····UUB .....	A5-14
<b>Miniaturkugelführung MST .....</b>	<b>A5-18</b>
• Aufbau und Merkmale .....	A5-18
• Passung .....	A5-19
• Verfahrenweg des Kugelkäfigs .....	A5-19
<b>Maßzeichnungen und Maßtabellen</b>	
Typ MST .....	A5-20
<b>Formgepresste Kugelkäfige KS und BS .....</b>	<b>A5-22</b>
• Aufbau und Merkmale .....	A5-22
• Berechnung der Lebensdauer .....	A5-22
• Passung .....	A5-23
• Montage des Kugelkäfigs .....	A5-23
<b>Maßzeichnungen und Maßtabellen</b>	
Typ KS / BS .....	A5-24
<b>Baugröße .....</b>	<b>A5-25</b>
• Aufbau der Bestellbezeichnung ...	A5-25
<b>Vorsichtsmaßnahmen .....</b>	<b>A5-26</b>

# ST

## Kugelführungen ST, ST-B und STI

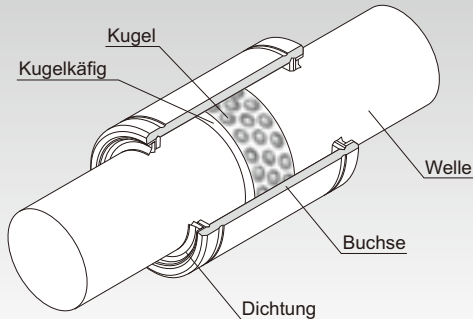


Abb. 1 Aufbau der Kugelführung Typ ST

### Aufbau und Merkmale

Beim Typ ST sind Käfig und Kugeln in einer präzise geschliffenen zylindrischen Buchse integriert (siehe Abb. 1). Um Belastungen gleichmäßig aufzunehmen, sind die Kugeln versetzt angeordnet. Der Kugelkäfig enthält zahlreiche Bohrungen und ist aus Leichtmetall gefertigt, besitzt hohe Steifigkeit und ist für hohe Geschwindigkeiten geeignet. Auf beiden Seiten wird der Kugelkäfig von je einem Druckring und einem Federring in der Buchse gehalten.

Dieser Aufbau erlaubt Drehbewegungen, Linearbewegungen oder zusammengesetzte Bewegungen bei kleinem Reibungskoeffizienten. Die Hublänge bei Typ ST beträgt das Doppelte des Käfigaufweges.

Dieser Typ ist preisgünstig bei hoher Genauigkeit und findet in vielen Bereichen Anwendung, wie zum Beispiel in Gesenken von Formpressen, Farbwalzen von Druckmaschinen, in der Werkstückaufnahme von Stanzmaschinen, Pressenbeschickungen, Spannfüßer von Erodiermaschinen, Ausgleichseinrichtungen von Wickelwalzen, Spinn- und Webmaschinen, Verformungsmessgeräten, Spindeln von optischen Messgeräten und Kopierern.

**[Sehr niedriger Reibungskoeffizient]**

Es besteht ein Punktkontakt zwischen Kugeln und Laufbahn, wodurch der Verlust durch Rollreibung minimal ist. Jede Kugel wird einzeln im Käfig gehalten. Dadurch gewährleistet die Kugelführung Drehbewegungen bei minimalem Reibungskoeffizienten ( $\mu=0,0006$  bis  $0,0012$ ).

**[Kompakter Aufbau]**

Da die Führung nur aus einer dünnwandigen Buchse und Kugeln besteht, ist der Außendurchmesser sehr gering, und es wird ein kompakter, platzsparender Aufbau erreicht.

**[Hochgenau und preisgünstig]**

So kann eine preisgünstige, hochgenaue Führung hergestellt werden.

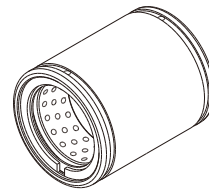
**Typenübersicht****Typ ST für geringe Belastungen**Maßtabelle → **A 5-10**

Der Typ ST ermöglicht große Hublängen bei geringen Belastungen.

Wellendurchmesser:  $\phi 6$  bis  $\phi 100$  mm

Außerdem ist dieser Typ mit Dichtung erhältlich:

Typ ST-UU



Typ ST

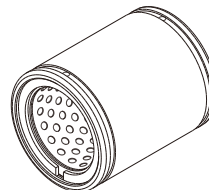
**Typ ST-B für mittlere Belastungen**Maßtabelle → **A 5-10**

Dieser Typ hat die gleichen Außenabmessungen wie Typ ST, aber aufgrund des längeren Käfigs eine kürzere Hublänge und ist doppelt so hoch belastbar wie ST.

Wellendurchmesser:  $\phi 8$  bis  $\phi 100$  mm

Außerdem ist dieser Typ mit Dichtung erhältlich:

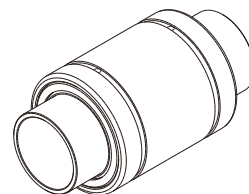
Typ ST-UUB



Typ ST-B

**Typ STI mit Innenbuchse**

Für nicht gehärtete Wellen kann der Typ STI mit einer Innenbuchse geliefert werden. Die Innenbuchse wird auf Bestellung gefertigt.



Typ STI

---

## Berechnung der nominellen Lebensdauer

---

### [Tragzahl]

Die Tragzahlen für den Typ ST sind in den entsprechenden Tabellen mit den technischen Daten angegeben.

### [Nominelle Lebensdauer]

Die nominelle Lebensdauer des Typs ST wird nach der folgenden Gleichung berechnet.

$$L = \left( \frac{f_H \cdot f_T \cdot f_c}{f_w} \cdot \frac{C}{P_c} \right)^3$$

- L : Nominelle Lebensdauer (Einheit:  $10^6$  Umdrehungen)  
(Gesamtzahl der Umdrehungen, die 90% einer Gruppe baugleicher unabhängig arbeitender Kugelführungen unter gleichen Betriebsbedingungen ohne Anzeichen von Ermüdung erreichen kann.)
- C : Dynamische Tragzahl (N)
- $P_c$  : Berechnete Radialbelastung (N)
- $f_H$  : Härtefaktor (siehe Abb. 2 auf [B5-6](#))
- $f_T$  : Temperaturfaktor (siehe Abb. 3 auf Seite [B5-6](#))
- $f_c$  : Kontaktfaktor (siehe Tab. 1 auf [B5-7](#))
- $f_w$  : Belastungsfaktor (siehe Tab. 2 auf [B5-7](#))

### ● Momentbelastung auf eine einzelne Mutter

Wenn eine Momentbelastung auf eine einzelne Mutter wirkt, muss die äquivalente radiale Belastung bei wirkendem Moment berechnet werden.

$$P_u = K \cdot M$$

- $P_u$  : Äquivalente radiale Belastung (N)  
(bei wirkendem Moment)
- K : Äquivalenzfaktor  
(siehe Tab. 3 bis Tab. 4 auf [A5-7](#))
- M : Wirkendes Moment (N-mm)

Es wird jedoch davon ausgegangen, dass  $P_u$  innerhalb der statischen Tragzahl ( $C_0$ ) liegt.

### ● Bei gleichzeitig wirkender Moment- und Radialbelastung

Bei gleichzeitig wirkender Moment- und Radialbelastung basiert die Ermittlung der nominellen Lebensdauer auf der Summe aus Radialbelastung und äquivalenter Radialbelastung.



**[Berechnung der Lebensdauer]**

Nach Berechnen der nominellen Lebensdauer (L) kann bei konstanter Drehzahl und Zyklenzahl mit Hilfe der nachfolgenden Gleichung die Lebensdauer in Stunden berechnet werden.

- Für Drehbewegungen oder zusammengesetzte Bewegungen

$$L_h = \frac{10^6 \times L}{60 \sqrt{(dm \cdot n)^2 + (10 \times \alpha \cdot \ell_s \cdot n_1)^2} / dm}$$

- Für Linearbewegungen

$$L_h = \frac{10^6 \times L}{60 \times 10 \times \alpha \cdot \ell_s \cdot n_1 / (\pi \cdot dm)}$$

$L_h$	: Lebensdauer	(h)
$n$	: Umdrehungen pro Minute	( $\text{min}^{-1}$ )
$n_1$	: Zyklenzahl pro Minute	( $\text{min}^{-1}$ )
$\ell_s$	: Hublänge	(mm)
$dm$	: Kugelmittendurchmesser ( $dm = 1,15 \times dr$ )	(mm)
$dr$	: Innendurchmesser	(mm)
$\alpha$	: Werkstoffkoeffizient des Käfigs ( $\alpha = 0,7$ )	

### [Zulässige Dreh- und Zyklenzahlen]

Die zulässigen Dreh- und Zyklenzahlen für den Typ ST werden nach der folgenden Gleichung ermittelt:

$$DN \geq dm \cdot n + 10 \times \ell_s \cdot n_1$$

Für den DN-Wert gelten folgende Grenzwerte:

Bei Ölschmierung  $DN=600000$

Bei Fettschmierung  $DN=300000$

Es müssen folgende Bedingungen beachtet werden:

$$n \leq 5000$$

$$\ell_s \cdot n_1 \leq 50000$$

#### ● $f_H$ : Härtefaktor

Für die maximale Tragfähigkeit beim Typ ST muss die Härte der Laufbahnen zwischen 58 und 64 HRC liegen.

Liegt die Härte unter dem angegebenen Mindestwert, sind die dynamische und die statische Tragzahl geringer. Deshalb muss jede Tragzahl mit dem entsprechenden Härtefaktor ( $f_H$ ) multipliziert werden.

Im Normalfall ist  $f_H=1,0$ .

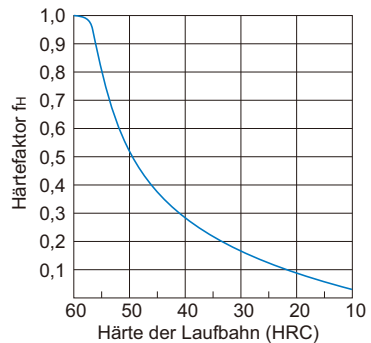


Abb. 2 Härtefaktor ( $f_H$ )

#### ● $f_T$ : Temperaturfaktor

Überschreitet die Umgebungstemperatur während des Betriebes  $100^\circ\text{C}$ , sind die nachteiligen Auswirkungen hoher Temperaturen zu berücksichtigen und die Tragzahlen mit dem Temperaturfaktor aus Abb. 3 zu multiplizieren.

Hinweis: Für den Einsatz bei Temperaturen über  $80^\circ\text{C}$  wenden Sie sich bitte an THK.

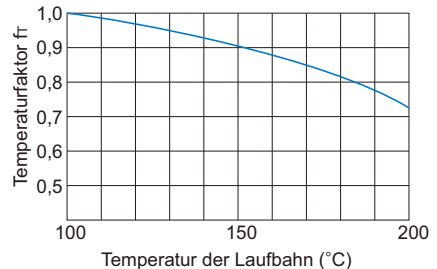


Abb. 3 Temperaturfaktor ( $f_T$ )

### ● $f_c$ : Kontaktfaktor

Wenn mehrere Kugelbuchsen in einem Linear-system auf engem Raum eingesetzt werden, ist eine gleichmäßige Lastverteilung aufgrund von Momenten, Abweichungen der Montagefläche u.a. nur schwer zu erreichen. Daher sollte die dynamische Tragzahl mit dem Kontaktfaktor aus Tab. 1 multipliziert werden.

Hinweis: Bei erwarteter ungleicher Lastverteilung in großen Maschinen ist der jeweilige Kontaktfaktor aus Tabelle 1 zu berücksichtigen.

Tab. 1 Kontaktfaktor ( $f_c$ )

Anzahl der eng zusammen-gesetzten Kugelführungen	Kontaktfaktor $f_c$
2	0,81
3	0,72
4	0,66
5	0,61
Normalbetrieb	1

### ● $f_w$ : Belastungsfaktor

Maschinen mit oszillierenden Bewegungen verursachen normalerweise Stöße und Vibrationen. Diese Zusatzbelastungen die bei wiederholtem Anfahren und Anhalten auftreten, können nur sehr schwer rechnerisch erfasst werden. Da sie aber großen Einfluß auf die Lebensdauer des Linear-systemes haben können, sollte die dynamische Tragzahl durch die in Tab. 2 aufgeführten Erfahrungswerte dividiert werden.

Tab. 2 Belastungsfaktor ( $f_w$ )

Schwingungen/ Stöße	Geschwindigkeit (V)	$f_w$
schwach	sehr langsam $V \leq 0,25$ m/s	1 bis 1,2
leicht	langsam $0,25 < V \leq 1$ m/s	1,2 bis 1,5
mittel	mittel $1 < V \leq 2$ m/s	1,5 bis 2
stark	hoch $V > 2$ m/s	2 bis 3,5

## Genauigkeitsklassen

Die Toleranzwerte bezüglich Innendurchmesser ( $d_r$ ), Außendurchmesser ( $D$ ) und Buchsenlänge ( $L$ ) finden Sie in der entsprechenden Tabelle.

Da die Spannung der Sicherungsringe zur Verformung der Buchse in den Randzonen führen kann, wird der Durchmesser der Buchse über den Mittelwert des relevanten Messbereichs ermittelt.

$$W = 4 + \frac{L}{8}$$

W : Nicht relevanter Messbereich (mm)  
L : Buchsenlänge (mm)

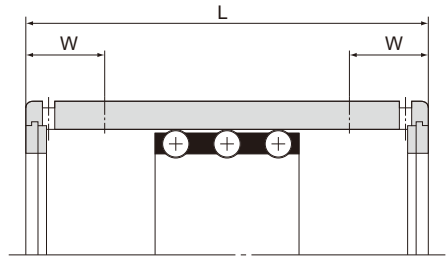


Abb. 4 Messbereich der Buchse

## Passung

Der Käfig der Kugelführung ST verfährt theoretisch um den halben Weg der Welle (oder Buchse). Das Spiel ist klein zu wählen, um Bewegungsfehler durch ungleichmäßige Belastung, Vibrationen etc. möglichst gering zu halten. Für hohe Anforderungen an die Präzision oder vertikal angeordnete Wellen wird ein Radialspiel von 0 bis  $-10\mu\text{m}$  empfohlen.

Gegenstand	Normalbedingungen	Vertikale Welle oder hohe Genauigkeit
Welle ST	k5, m5	n5, p5
Gehäuse	H6, H7	J6, J7

---

## Welle

---

Bei der für den Typ ST verwendeten Welle laufen die Kugeln direkt auf der Oberfläche der Welle. Deshalb müssen bei der Herstellung der Welle die Härte, Oberflächenrauigkeit und Maßgenauigkeit besonders berücksichtigt werden.

Da die Härte der Welle entscheidenden Einfluss auf die Lebensdauer hat, müssen Material und Härtingsverfahren sorgfältig ausgewählt werden.

THK stellt qualitativ hochwertige Wellen für den Typ ST her. Detaillierte Angaben erhalten Sie von THK.

### [Material]

Im Allgemeinen werden folgende Materialien zur Oberflächenhärtung durch Induktionshärtung verwendet:

- SUJ2 (JIS G 4805: Wälzlagerstahl)
- SK3 bis 6 (JIS G 4401: kohlenstoffhaltiger Werkzeugstahl)
- S55C (JIS G 4051: Vergütungsstahl)

### [Härte]

Wir empfehlen eine Oberflächenhärte von mindestens 58 HRC (=653 HV). Die Tiefe der Härteschicht wird durch den Wellendurchmesser bestimmt. Wir empfehlen ca. 2 mm für allgemeine Anwendungen.

Die Welle kann mit einer gehärteten Buchse versehen werden.

### [Oberflächenrauigkeit]

Um möglichst leichtgängige Bewegung zu erreichen, sollte die Oberfläche auf maximal 0,40 Ra bearbeitet sein. Für höhere Verschleißfestigkeit wird empfohlen, die Oberfläche auf maximal 0,20 Ra zu bearbeiten.

---

## Montage der Welle

---

Die Wellen sind bei der Montage in spezifizierter Lage einzupassen. Insbesondere bei Vorspannung kann eine höhere Einpresskraft erforderlich sein. Die Welle nicht gewaltsam einpressen, sondern mit Öl schmieren und nach und nach behutsam einpressen.

# MST

## Miniaturkugelführung MST

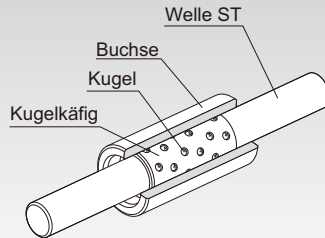


Abb. 1 Aufbau der Miniaturkugelführung Typ MST

### Aufbau und Merkmale

Der Typ MST besteht aus einer Welle, einem Kugelkäfig und einer Buchse. Diese Komponenten können je nach Anwendung beliebig kombiniert werden. Die Miniaturkugelführung verfügt über einen kleinen Querschnitt, minimales Spiel und ermöglicht extrem leichtgängige und gleichmäßige Bewegungen. Deshalb findet die Miniaturkugelführung MST breite Anwendung in kleinen Präzisionsmessgeräten wie Spindeln in optischen Messgeräten, Zeichenstiftplottern, Büroautomation, Rechnern, automatischen Waagen, digitalen Längenmessern und Magnetventilen.

#### **[Hochgenaues Lager]**

Präzisionsstahlkugeln (Rundheitstoleranz: 0,0003 mm) gemäß JIS B 1501 sind im Kugelkäfig aus einer Kupferlegierung integriert und gewährleisten so eine hohe Genauigkeit. Der Käfig hält die Kugeln dank seiner speziellen Ausführung wirksam zurück.

#### **[Hohe Lebensdauer]**

Für die Buchse werden ausgewählte Werkstoffe verwendet, die wärmebehandelt und geschliffen sind. Zusätzlich sind die Rollbahnen ultrafein geschliffen. Die Kugelreihen sind dicht zueinander im Kugelkäfig angeordnet. Die Kugeln sind dabei so angeordnet, dass sich die Laufbahnen nicht überschneiden. Dies führt zu geringem Verschleiß und entsprechend hoher Lebensdauer.

**[Kompakter Aufbau]**

Durch die Kombination von Kugeln mit 1 mm Durchmesser und einer dünnwandigen Buchse werden ein kleiner Querschnitt und platzsparender Aufbau erzielt.

**[Extrem niedriger Reibwiderstand]**

Durch den Punktkontakt zwischen Kugeln und Laufbahn ist der Verlust durch Rollreibung minimal, und es wird eine Rollbewegung mit niedriger Reibung erreicht.

---

**Passung**

---

Die Bohrungen der Lagergehäuse sind mit H6 oder H7 Toleranz zu bearbeiten und die Buchse nach dem Einbau mit Kleber zu sichern.

Bei Presspassung wird der Innendurchmesser durch Einbauen der Buchse verringert. Deshalb muss der Innendurchmesser nach dem Einpressen der Buchse geprüft und der Wellendurchmesser so eingestellt werden, dass eine korrekte Vorspannung erreicht wird. Stellen Sie sicher, dass die Vorspannung maximal  $-2\ \mu\text{m}$  beträgt.

---

**Verfahrweg des Kugelkäfigs**

---

Der Käfig kann in der selben Richtung wie die Welle um den halben Weg ( $\ell_s$ ) der Buchse oder der Welle verfahren.

# KS/BS

## Formgepresste Kugelkäfige KS und BS

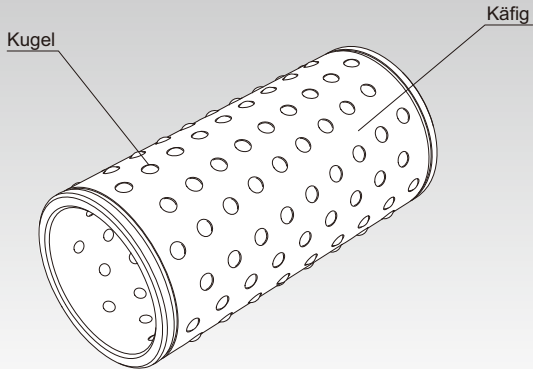


Abb. 1 Aufbau des formgepressten Kugelkäfigs beim Typ KS

### Aufbau und Merkmale

Bei den Typen KS und BS sind eine große Anzahl Präzisionsstahlkugeln (Rundheitstoleranz: 0,0005 mm) gemäß JIS B 1501 in einem leichten, hochsteifen Kugelkäfig integriert. Die Kugeln sind spiralförmig im Käfig angeordnet, so dass sich die Laufbahnen nicht überschneiden. Dies führt zu geringem Verschleiß mit entsprechend hoher Lebensdauer.

Zudem sind die Käfigtaschen, die die Kugeln halten, mit hoher Präzision gefertigt und umschließen die Kugeln durch einen einzigartigen Fertigungsprozess, was ein Herausfallen der Kugeln verhindert. Dies gewährleistet einen ruhigen Lauf, selbst wenn der Kugelkäfig länger als das Gehäuse ist. Diese Kugelkäfige finden Anwendung in Präzisionsformpressen, Spinn- und Webmaschinen, Präzisionsmessgeräten, Registriermaschinen, medizinischen Geräten und vielen Werkzeugmaschinen.

### Berechnung der Lebensdauer

Die Tragzahlen für die Typen KS und BS sind in den entsprechenden Tabellen der technischen Daten angegeben. Die jeweilige Lebensdauer wird mit Hilfe der Gleichung zur Ermittlung der Lebensdauer für Kugelführungen Typ ST auf **B5-4** ermittelt.



## Passung

Wenn ein formgepresster Kugelkäfig in der Führungssäule einer Präzisionsformpresse eingesetzt wird, wird zur Erhöhung der Genauigkeit und der Steifigkeit des Kugelkäfigs normalerweise ein negatives Spiel gewählt. In Tab. 1 sind typische Passungstoleranzen zwischen Welle und Innendurchmesser angegeben. Wählen Sie die Innendurchmesser der Kugelführung und der Welle so aus, dass das Spiel innerhalb der in der entsprechenden Tabelle angegebenen Toleranzen für das Radialspiel liegt.

Tab. 1 Passungstoleranzen zwischen Innendurchmesser und Welle

Toleranz des Innendurchmessers: D	K5
Abmessungstoleranz der Welle: d	h5

## Montage des Kugelkäfigs

Abb. 2 zeigt Beispiele zur Montage von formgepressten Kugelkäfigen.

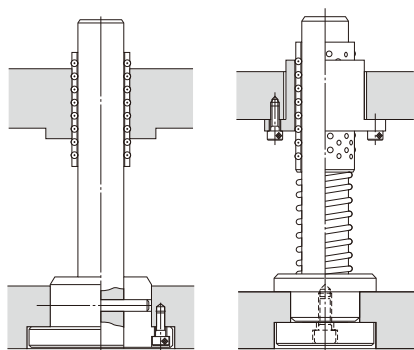


Abb. 2 Montagebeispiele

## Aufbau der Bestellbezeichnung

Die Bestellbezeichnung hängt von den Typenmerkmalen ab. Richten Sie sich nach dem entsprechenden Beispiel zur Bestellbezeichnung.

### [Kugelführung]

- Typen **ST, ST-B, ST...UU und ST...UUB**

**ST20UUB**

Baugröße

### [Miniatürkugelführung]

- Typen **M, S, T und MST**

- Nur Kugelkäfig

- Nur Buchse

- Nur Welle

**M4610**

Baugröße

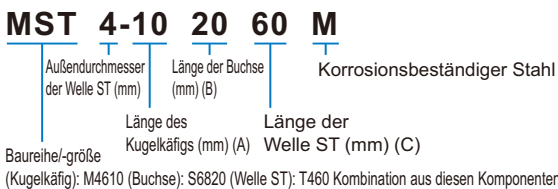
**S6820**

Baugröße

**T460**

Baugröße

- Kombination aus Kugelkäfigen, Buchse und Welle



Hinweis: Die Typnummern für Kugelkäfig, Buchse und Welle sind in den entsprechenden Tabellen angegeben.

### [Formgepresster Kugelkäfig]

- Typen **KS und BS**

**KS3880**

Baugröße

### [Handhabung]

- (1) Die Teile dürfen nicht demontiert werden. Dies führt zu einem Verlust der Funktionsfähigkeit.
- (2) Die Kugelführung nicht fallen lassen oder stoßen. Dies könnte Verletzungen oder Schäden verursachen. Stöße können außerdem die Funktionsfähigkeit beeinträchtigen, auch wenn äußerlich keine Schäden erkennbar sind.
- (3) Tragen Sie bei der Handhabung des Produkts aus Sicherheitsgründen Schutzhandschuhe, Sicherheitsschuhe usw.

### [Vorsichtsmaßnahmen]

- (1) Bei der Kugelführung des Typs ST kann das Eindringen von Fremdpartikeln zu erhöhter Abnutzung führen und die Lebensdauer verkürzen. Wenn die Gefahr besteht, dass Fremdkörper eindringen, verwenden Sie eine Dichtung oder einen anderen Schutz, der für die Betriebsbedingungen geeignet sind. Eine äußerst abriebfeste synthetische Gummidichtung (Typ ST...UU) und eine staubdichte Filzdichtung mit niedrigem Dichtungswiderstand (Typ ST...DD) sind für den Typ ST erhältlich.
- (2) Haften Fremdkörper, wie Metallspäne, am Produkt, ist das Produkt zu reinigen und anschließend neu zu schmieren.
- (3) Setzen Sie das Produkt nicht bei Temperaturen von 80 °C oder höher ein. Hohe Temperaturen können Verformungen/Schäden an Teilen aus Kunststoff/Gummi verursachen.
- (4) Falls das Produkt in Bereichen verwendet wird, in denen möglicherweise Metallspäne, Kühlflüssigkeit, Korrosion verursachendes Lösungsmittel, Wasser usw. in das Produkt eindringen, Faltenbalg, Abdeckungen usw. verwenden, um ein Eindringen in das Produkt zu verhindern.
- (5) Kleine Hubbewegungen behindern eine Bildung des Schmierfilms auf der Laufbahn, die in Kontakt mit dem Wälzkörper steht, und können zu Tribokorrosion führen. Setzen Sie ein Schmiermittel mit hervorragenden Eigenschaften gegen Tribokorrosion ein. Außerdem wird empfohlen, regelmäßig eine Hubbewegung über die Länge des Kugelkäfigs hinweg auszuführen, um die Bildung des Schmierfilms zwischen Laufbahn und Wälzkörper sicherzustellen.
- (6) Üben Sie beim Anbringen von Teilen (Zylinderstift, Passfeder usw.) am Produkt nicht zu viel Kraft aus. Dadurch können Druckstellen an der Laufbahn entstehen, was zu einem Verlust der Funktionsfähigkeit führen kann.
- (7) Führen Sie die Welle gerade durch die Öffnung ein. Wenn die Welle schräg eingeführt wird, können Fremdpartikel eindringen, interne Teile beschädigt werden oder Kugeln herausfallen.
- (8) Wenn das Produkt mit entfernten Kugeln verwendet wird, führt dies zu einer vorzeitigen Beschädigung.
- (9) Wenden Sie sich an THK, wenn Kugeln herausfallen und verwenden Sie das Produkt nicht weiter, wenn Kugeln fehlen.
- (10) Wenn eine befestigte Komponente zu locker oder falsch montiert ist, wird die Lagerbelastung auf einen Punkt konzentriert, und die Leistung nimmt deutlich ab. Stellen Sie sicher, dass das Gehäuse und der Sockel fest genug, die Ankerschrauben stark genug und die Komponenten richtig montiert sind.

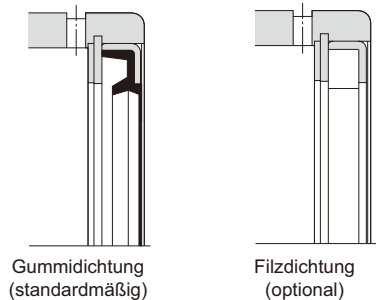


Abb. 1 Dichtungen für die Kugelführung

### [Schmierung]

- (1) Vor Inbetriebnahme ist das Korrosionsschutzöl sorgfältig zu entfernen und das Produkt zu schmieren.
- (2) Unterschiedliche Schmiermittel dürfen nicht gemischt werden. Das Mischen von Schmiermittel unter Verwendung desselben Verdickungsmittels kann immer noch nachteilige Wechselwirkungen zwischen den zwei Schmiermittel hervorrufen, wenn diese unterschiedliche Zusätze usw. verwenden.
- (3) Wird das Produkt in Umgebungen eingesetzt, in denen konstante Schwingungen herrschen, oder in speziellen Umgebungen, wie Reinräumen, unter Vakuum oder bei extremen Temperaturen, verwenden Sie das für geeignete Schmierfett.
- (4) Tragen Sie das Schmierfett direkt auf die Laufbahn auf und führen Sie mehrmals eine Hubbewegung des Produkts durch, damit sich das Schmierfett im Inneren verteilt.
- (5) Die Konsistenz des Schmierfetts ändert sich je nach Temperatur. Beachten Sie, dass sich auch der Gleitwiderstand des Kugelführung mit der veränderten Konsistenz des Schmierfetts ändert.
- (6) Nach der Schmierung erhöht sich möglicherweise der Gleitwiderstand der Kugelführung aufgrund des Bewegungswiderstands des Schmierfetts. Führen Sie vor der Inbetriebnahme der Maschine einen Probelauf durch, damit sich das Schmierfett vollständig verteilen kann.
- (7) Direkt im Anschluss an die Schmierung kann sich überschüssiges Schmierfett verteilen. Entfernen Sie dieses je nach Bedarf.
- (8) Die Eigenschaften von Schmierfett verschlechtern sich, und die Leistungsfähigkeit der Schmierung lässt im Laufe der Zeit nach. Überprüfen Sie das Schmierfett daher regelmäßig und tragen Sie je nach Häufigkeit der Verwendung der Maschine zusätzlich Schmierfett auf.
- (9) Das Schmierintervall variiert je nach Verwendungs- und Umgebungsbedingungen. Stellen Sie das endgültige Schmierintervall/die Menge anhand der verwendeten Maschine ein.
- (10) Die Kugelführung des Typs ST kann sowohl mit Öl als auch mit Schmierfett geschmiert werden. Wählen Sie entsprechend des DN-Werts die angemessene Option. THK empfiehlt Lithiumfett der Konsistenzklasse 2.

### [Lagerung]

Lagern Sie die Kugelführung in einer von THK dafür bestimmten Verpackung, und vermeiden Sie extreme Temperaturen und hohe Feuchtigkeit.

### [Entsorgung]

Entsorgen Sie das Produkt ordnungsgemäß als Industrieabfall.