



Präzisionsschienenführungen

Präzisionsschienenführungen, Käfige, Zubehör,
Präzisionsschienenschlitten

Katalog

Schaeffler Präzisionsschienenführungen Produktprogramm

Präzisionsschienenführungen bieten höchste Bewegungspräzision für anspruchsvolle industrielle, medizinische und elektronische Anwendungen. Die spezielle Führungen setzen Kugelkäfige, Kreuzrollenkäfige, Nadelrollenkäfige oder Gleitbeläge ein, um präzise und sehr gleichmäßige Bewegungen zu ermöglichen. Sie sind in einer breiten Palette von Größen und Wälzkörperoptionen erhältlich und zeichnen sich durch ihre hervorragende Laufruhe und Präzision ab. Der Katalog besteht aus 2 Teilen und verbindet das Produktspektrum von SCHAEFFLER und EWELLIX.

Sortiment A: Flachkäfigführungen

Führungsschienen
Winkel-Flachkäfige
Nadelrollen-Flachkäfige
Endstücke
Abstreifer
Einsatzmuttern

SCHAEFFLER



Flachkäfigführungen
Führungsschienen, Flachkäfige
Katalog

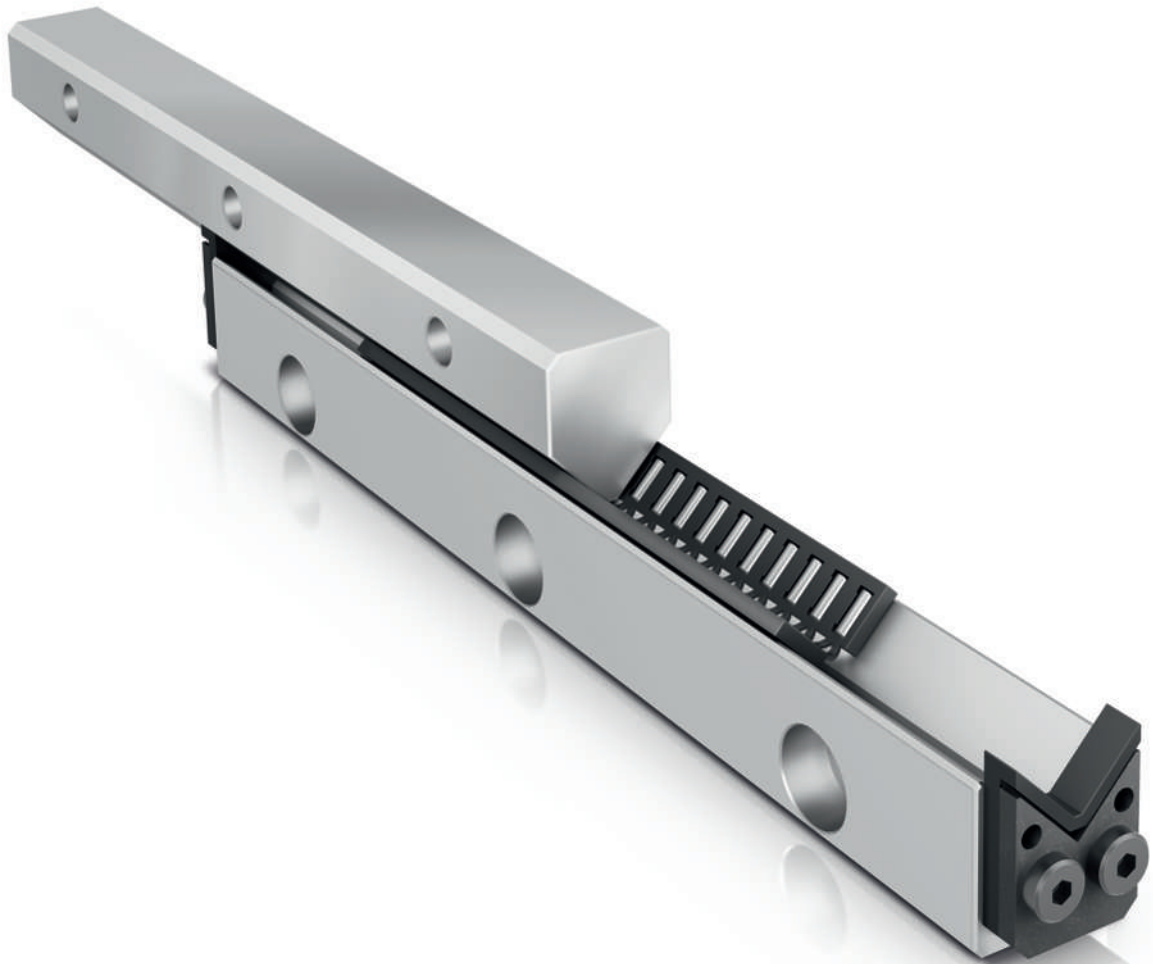
Sortiment B: Präzisionsschienenführungen

Präzisionsschienenführungen
mit Anti-Creeping-Systemen
Wälzkörpereinheiten
Endstücke

SCHAEFFLER



Präzisionsschienenführungen
Präzisionsschienenführungen, Käfige, Zubehör,
Präzisionsschienschlitten
Katalog



Flachkäftigführungen

Führungsschienen, Flachkäfige

Katalog

Inhaltsverzeichnis

1	Technische Grundlagen	6
1.1	Tragfähigkeit und Lebensdauer	6
1.1.1	Dynamische Tragfähigkeit und Lebensdauer	6
1.1.2	Nominelle Lebensdauer	7
1.1.3	Äquivalente Belastung und Geschwindigkeit	7
1.1.4	Gebrauchsdauer	8
1.1.5	Statische Tragfähigkeit	9
1.1.6	Statische Tragzahlen	9
1.1.7	Statische Tragsicherheit	9
1.1.8	Bestimmung der wirksamen Tragzahl	9
1.1.9	Effektive Käfiglänge und Tragzahlen	9
1.1.10	Einflüsse auf die Tragfähigkeit	11
1.1.11	Berechnungsbeispiel	13
1.2	INA-Berechnungsprogramm	15
1.2.1	Komplexe Einflussfaktoren	15
1.2.2	Berechnungsprogramm	16
1.3	Vorspannung	18
1.3.1	Einfluss der Vorspannung	18
1.3.2	Einfluss der Anschlusskonstruktion	19
1.3.3	Einstellen der Vorspannkraft	19
1.3.4	Schlitten-Verschiebereibung	19
1.3.5	Druckschrauben	19
1.3.6	Führungsschienen mit Zustellkeil	20
1.3.7	Hydraulische Einstellschiene	20
1.4	Reibung	21
1.4.1	Einfluss des Schmierfetts auf die Reibung	22
1.4.2	Einfluss der Dichtung auf die Reibung	22
1.4.3	Verschiebewiderstand	22
1.5	Steifigkeit	23
1.5.1	Elastische Verformung	23
1.5.2	Steifigkeit der Flachkäfigführung	23
1.5.3	Ermittlung der Steifigkeit	24
1.5.4	Berechnungsbeispiel	25
1.6	Schmierung	25
1.6.1	Ölschmierung oder Fettschmierung	25
1.6.2	Lieferaufführung, geeignete Schmierstoffe	26
1.6.3	Ölschmierung	26
1.6.4	Fettschmierung	28
1.6.5	Inbetriebnahme und Erstbefüllungsmenge	28
1.6.6	Nachschmierung	29
1.6.7	Schmierfett-Gebrauchsdauer	29
1.6.8	Ermittlung der Schmierfrist	30
1.7	Abdichtung	32
1.8	Anwendungsgrenzen	33
1.8.1	Beschleunigung	33
1.8.2	Betriebstemperaturen	33
1.9	Gestaltung der Lagerung	33
1.9.1	Geschlossene Anordnung M-Führungsschienen und V- Führungsschienen	33
1.9.2	Bestimmung der Länge nach technischen Anforderungen	34
1.9.3	Bestimmung der Länge nach konstruktiven Gegebenheiten	36

1.9.4	Endstücke und Abstreifer	37
1.9.5	Befestigung der Führungsschienen	38
1.9.6	Bohrbilder der Führungsschienen	38
1.9.7	Maximale Anzahl der Teilungen	39
1.9.8	Anforderung an die Umgebungs konstruktion.....	40
1.10	Einbau	41
1.10.1	Entnahme der Führungsschienen.....	41
1.10.2	Montage	42
1.10.3	Vorspannen mit Druckschrauben	43
1.10.4	Vorspannen mit Zustellkeil	44
2	M-Führungsschienen und V-Führungsschienen	46
2.1	Produktausführung.....	46
2.1.1	Winkel-Flachkäfige	46
2.1.2	Betriebstemperatur	47
2.1.3	Endstücke, Abstreifer, Einsatzmuttern	47
2.1.4	Ausführungsvarianten.....	49
2.1.5	Planungsrichtlinien	50
2.1.6	Qualitätsklassen der Führungsschienen.....	50
2.1.7	Positionstoleranzen	51
2.2	Produkttabellen	52
2.2.1	Erläuterungen.....	52
2.2.2	M-Führungsschienen und V-Führungsschienen	54
2.2.3	Endstücke	56
2.2.4	Abstreifer	57
2.2.5	Einsatzmutter.....	58
3	ML-Führungsschienen und V-Führungsschienen mit Zustellkeil	59
3.1	Produktausführung.....	59
3.1.1	Winkel-Flachkäfige	59
3.1.2	Betriebstemperatur	60
3.1.3	Endstücke, Abstreifer, Einsatzmuttern	60
3.1.4	Ausführungsvarianten.....	62
3.1.5	Planungsrichtlinien	62
3.1.6	Qualitätsklassen der Führungsschienen.....	63
3.1.7	Positionstoleranzen	64
3.2	Produkttabellen	66
3.2.1	Erläuterungen.....	66
3.2.2	ML-Führungsschienen	68
3.2.3	Endstück	70
3.2.4	Abstreifer	71
3.2.5	Einsatzmutter.....	72
4	M-Führungsschienen und V-Führungsschienen mit Käfig-Zwangs führung.....	73
4.1	Produktausführung.....	73
4.1.1	Winkel-Flachkäfige	74
4.1.2	Betriebstemperatur	74
4.1.3	Abstreifer, Einsatzmuttern	74
4.1.4	Ausführungsvarianten.....	76
4.1.5	Planungsrichtlinien	76
4.1.6	Qualitätsklassen der Führungsschienen.....	77
4.1.7	Positionstoleranzen	78
4.2	Produkttabellen	79
4.2.1	Erläuterungen.....	79

4.2.2	M-Führungsschienen und V-Führungsschienen	80
4.2.3	Abstreifer	82
4.2.4	Einsatzmutter	83
5	Flachkäfige	84
5.1	Produktausführung	84
5.1.1	Nadelrollen-Flachkäfige	84
5.1.2	Betriebstemperatur	84
5.2	Produkttabellen	85
5.2.1	Erläuterungen	85
5.2.2	Flachkäfige	86
5.2.4	Winkel-Flachkäfige	90
5.2.5	Kugel-Flachkäfige	92
6	Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung	94
6.1	M-Führungsschienen und V-Führungsschienen, Ausstattung für vier Achsen	94
6.2	ML-Führungsschienen und V-Führungsschienen, Ausstattung für eine Achse	95
6.3	M-Führungsschienen und V-Führungsschienen mit Käfig-Zwangsführung, Ausstattung für vier Achsen	96
6.4	M-Führungsschienen und V-Führungsschienen mit Gleitbelag, Ausstattung für vier Achsen	97
6.5	Flachkäfige	98
6.5.1	Nadelrollen-Flachkäfige	98
6.5.2	Winkel-Nadelrollen-Flachkäfige	99

1 Technische Grundlagen

1.1 Tragfähigkeit und Lebensdauer

Die Größe einer Flachkäfigführung wird bestimmt durch die Anforderungen an ihre Tragfähigkeit, Lebensdauer und Betriebssicherheit.

Die Tragfähigkeit (Belastbarkeit) wird beschrieben durch die:

- dynamische Tragzahl C
- statische Tragzahl C_0

Berechnung der Tragzahl nach DIN

Die Tragzahlen für Linearführungen ohne Wälzkörperumlauf werden nach DIN 636-3 definiert. Die Basis der dynamischen Tragzahlen nach DIN 636 ist eine nominelle Lebensdauer von 100 km Verschiebeweg.

Unterschiede zwischen DIN und fernöstlichen Anbietern

Fernöstliche Anbieter rechnen häufig mit einer nominellen Lebensdauer von nur 50 km Verschiebeweg gegenüber 100 km.

Umrechnung der Tragzahlen

Die Umrechnungsfaktoren gelten wie folgt:

Kugel-Flachkäfige

f_1

$$C_{50} = 1,26 \cdot C_{100}$$

f_2

$$C_{100} = 0,79 \cdot C_{50}$$

Rollen-Flachkäfige

f_3

$$C_{50} = 1,23 \cdot C_{100}$$

f_4

$$C_{100} = 0,81 \cdot C_{50}$$

C_{50}	N	dynamische Tragzahl, Basis 50 km
C_{100}	N	dynamische Tragzahl nach DIN 636, Basis 100 km

1.1.1 Dynamische Tragfähigkeit und Lebensdauer

Die dynamische Tragfähigkeit wird durch die dynamische Tragzahl und die nominelle Lebensdauer beschrieben.

Die dynamische Tragzahl ist die Belastung in N, bei der die Führung mit einer Überlebenswahrscheinlichkeit von 90 % einen Verschiebeweg von 100 km erreicht (C_{100}).

1.1.2 Nominelle Lebensdauer

Die nominelle Lebensdauer L und L_h wird von 90 % einer genügend großen Menge gleicher Flachkäfigführungen erreicht oder überschritten, bevor erste Anzeichen einer Werkstoffermüdung auftreten.

f15

$$L = \left(\frac{C_w}{P} \right)^p$$

f16

$$L_h = \frac{8,33 \cdot 10^5}{H \cdot n_{osc}} \cdot \left(\frac{C_w}{P} \right)^p$$

f17

$$L_h = \frac{1666}{\bar{v}} \cdot \left(\frac{C_w}{P} \right)^p$$

C_w	N	wirksame dynamische Tragfähigkeit
H	mm	Einfache Hublänge (Hub-Extremlage)
L, L_h	m, h	nominelle Lebensdauer in 100 km oder in Betriebsstunden
n_{osc}	min ⁻¹	Anzahl der Doppelhübe je Minute
P	N	dynamische äquivalente Belastung
p	-	Lebensdauerexponent für kugelgelagerte Flachkäfigführungen: $p = 3$ für rollengelagerte Flachkäfigführungen: $p = 10/3$
v	m/min	dynamische äquivalente Geschwindigkeit



Nach DIN 636-3:1994 soll die dynamisch äquivalente Belastung P den Wert $0,5 \cdot C$ nicht überschreiten.

1.1.3 Äquivalente Belastung und Geschwindigkeit

Die Gleichungen zur Berechnung der nominellen Lebensdauer setzen voraus, dass die Belastung P und die Geschwindigkeit v konstant sind. Nicht konstante Betriebsbedingungen lassen sich durch äquivalente Betriebswerte berücksichtigen. Diese haben die gleiche Auswirkung wie tatsächlich wirkende Belastungen.

Dynamisch äquivalente Belastung

Allgemein gilt:

f18

$$P = p \sqrt{\frac{\int_0^T |v(t)| \cdot F^p(t) dt}{\int_0^T |v(t)| dt}}$$

Bei stufenweise veränderlicher Belastung wird die dynamisch äquivalente Belastung berechnet:

f19

$$P = p \sqrt{\frac{q_1 \cdot F_1^p + q_2 \cdot F_2^p + \dots + q_z \cdot F_z^p}{100}}$$

Bei stufenweiser veränderlicher Belastung und stufenweise veränderlicher Geschwindigkeit wird die dynamisch äquivalente Belastung berechnet:

f10

$$P = p \sqrt{\frac{q_1 \cdot v_1 \cdot F_1^p + q_2 \cdot v_2 \cdot F_2^p + \dots + q_z \cdot v_z \cdot F_z^p}{q_1 \cdot v_1 + q_2 \cdot v_2 + \dots + q_z \cdot v_z}}$$

Dynamisch äquivalente Geschwindigkeit

Allgemein gilt:

f11

$$\bar{v} = \frac{1}{T} \int_0^T |v(t)| dt$$

Bei stufenweise veränderlicher Geschwindigkeit wird die dynamisch äquivalente Geschwindigkeit berechnet:

f12

$$\bar{v} = \frac{q_1 \cdot v_1 + q_2 \cdot v_2 + \dots + q_z \cdot v_z}{100}$$

F	N	angreifende Kraft
P	N	dynamische äquivalente Belastung
p	–	Lebensdauerexponent für kugelumgelagerte Flachkäfigführungen: $p = 3$ für rollengelagerte Flachkäfigführungen: $p = 10/3$
q_z	%	Zeitanteil der Wirkdauer
v	m/min	dynamische äquivalente Geschwindigkeit
v_z	m/min	veränderliche Geschwindigkeit

1.1.4 Gebrauchsdauer

Die Gebrauchsdauer ist die tatsächlich erreichte Lebensdauer einer Flachkäfigführung. Sie kann deutlich von der errechneten Lebensdauer abweichen.

Zu vorzeitigem Ausfall durch Verschleiß oder Ermüdung können führen:

- Fluchtungsfehler zwischen den Führungsschienen
- Verschmutzung
- unzureichende Schmierung
- oszillierende Bewegungen mit sehr kleinen Hüben (Riffelbildung)
- Vibrationen bei Stillstand (Riffelbildung)
- Überlastung bei Führung (auch kurzfristig)
- plastische Deformation

1.1.5 Statische Tragfähigkeit

Die statische Tragfähigkeit der Führung wird begrenzt durch folgende Faktoren:

- zulässige Belastung der Flachkäfigführung
- Tragfähigkeit der Laufbahn
- zulässige Belastung der Schraubenverbindung
- zulässige Belastung der Anschlusskonstruktion.



Bei der Auslegung ist die erforderliche statische Tragsicherheit S_0 der Anwendung zu beachten.

1.1.6 Statische Tragzahlen

Die statischen Tragzahlen sind die Belastungen, bei denen an den Laufbahnen und Wälzkörpern eine bleibende Gesamtverformung auftritt, die $1/10000$ des Wälzkörperdurchmessers entspricht.

1.1.7 Statische Tragsicherheit

Die statische Tragsicherheit S_0 ist die Sicherheit gegenüber bleibender Verformung im Wälzkontakt, die hinsichtlich der Führungsgenauigkeit und Laufruhe als zulässig angesehen wird:

f13

$$S_0 = \frac{C_{0w}}{P_0}$$

C_{0w}	N	wirksame statische Tragfähigkeit
P_0	N	maximale statische äquivalente Belastung
S_0	–	statische Tragsicherheit



Wenn an die Laufgenauigkeit und Laufruhe hohe Anforderungen gestellt werden, sollte die statische Tragsicherheit $S_0 > 3$ sein.

Für $S_0 < 3$ sind bei Zugbelastung und Momentenbelastung die Schraubenverbindung zu prüfen.

1.1.8 Bestimmung der wirksamen Tragzahl

Die in den Produkttabellen der Flachkäfige angegebenen dynamischen und statischen Tragzahlen C und C_0 gelten für Käfige mit einer theoretischen Bezugslänge von 100 mm. Die Tragfähigkeit von Flachkäfigen verschiedener Baureihen und Baugrößen kann so direkt verglichen werden.

1.1.9 Effektive Käfiglänge und Tragzahlen

Für die effektiven Käfiglängen müssen die wirksamen dynamischen und statischen Tragzahlen C_w und C_{0w} nach den folgenden Formeln ermittelt werden:

Tragzahlen für Rollen-Flachkäfige

f14

$$C_w = C \cdot \left(\frac{l_k - 2a_{k1} + j_k}{100} \right)^{\frac{7}{9}}$$

f15

$$C_{0w} = C_0 \cdot \frac{l_k - 2a_{k1} + j_k}{100}$$

Tragzahlen für Kugel-Flachkäfige

f16

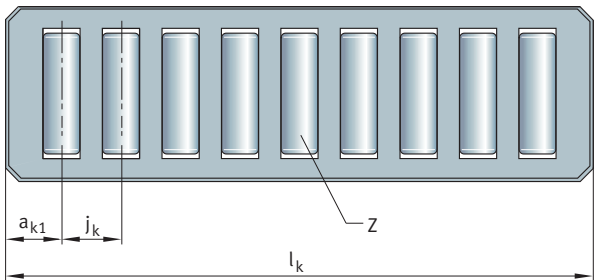
$$C_w = C \cdot \left(\frac{l_k - 2a_{k1} + j_k}{100} \right)^{0,7}$$

f17

$$C_{0w} = C_0 \cdot \frac{l_k - 2a_{k1} + j_k}{100}$$

a_{k1}	mm	Abstand der ersten oder letzten Taschenmitte vom Käfigende
C	N	dynamische Tragzahl für eine Käfiglänge von 100 mm
C_0	N	statische Tragzahl für eine Käfiglänge von 100 mm
C_{0w}	N	wirksame statische Tragfähigkeit
C_w	N	wirksame dynamische Tragfähigkeit
j_k	mm	Taschenteilung des Flachkäfig-Grundkörpers
l_k	mm	Länge des Käfigs

1 Maße zur Bestimmung der wirksamen Tragzahl



000161B3

a_{k1}	Abstand der ersten oder letzten Taschenmitte vom Käfigende	j_k	Taschenteilung des Flachkäfig-Grundkörpers
l_k	Länge des Käfigs	Z	Wälzkörper-Anzahl

Kontrolle von Z



Die Gleichungen für die wirksamen Tragzahlen liefern nur dann korrekte Ergebnisse, wenn die eingesetzte Käfiglänge $l_k = (Z - 1) j_k + 2a_{k1}$ auf einer ganzzahligen Anzahl von Wälzkörpern pro Reihe basiert.

Die geforderte ganzzahlige Wälzkörper-Anzahl Z wird mit folgender Gleichung geprüft:

f_{18}

$$Z = \frac{l_k - 2a_{k1}}{j_k} + 1$$

a_{k1}	mm	Abstand der ersten oder letzten Taschenmitte vom Käfigende
j_k	mm	Taschenteilung des Flachkäfig-Grundkörpers
l_k	mm	Länge des Käfigs
Z	-	Anzahl der Wälzkörper pro Reihe

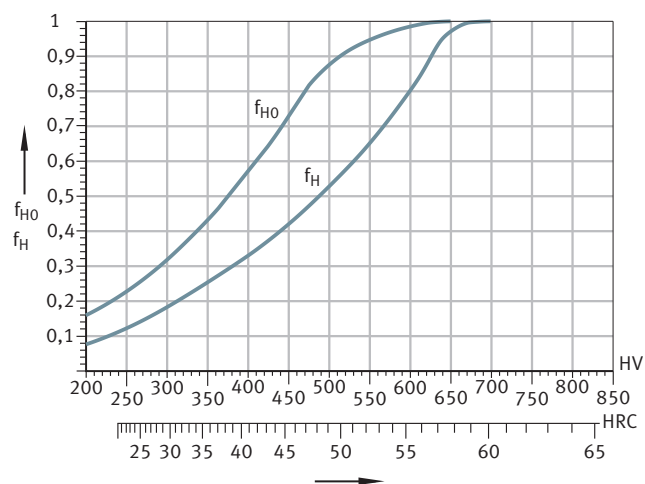
1.1.10 Einflüsse auf die Tragfähigkeit

Die Tragzahlen in den Produkttabellen gelten nur unter bestimmten Voraussetzungen. Bei abweichender Laufbahnhärte und außermittiger Belastung sind Korrekturfaktoren zu berücksichtigen.

1.1.10.1 Korrekturfaktoren bei Minderhärte der Laufbahnen

Wenn Flachkäfige auf Laufbahnen mit einer Oberflächenhärte < 670 HV (58 HRC) eingesetzt werden, müssen die Tragzahlen mit dem Härtefaktor f_H beziehungsweise f_{H0} multipliziert werden.

2 Härtefaktoren bei Minderhärte der Laufbahn



000141B3

f_H	dynamischer Härtefaktor	f_{H0}	statischer Härtefaktor
HRC	Oberflächenhärte, umgewertet nach DIN 50150	HV	Oberflächenhärte

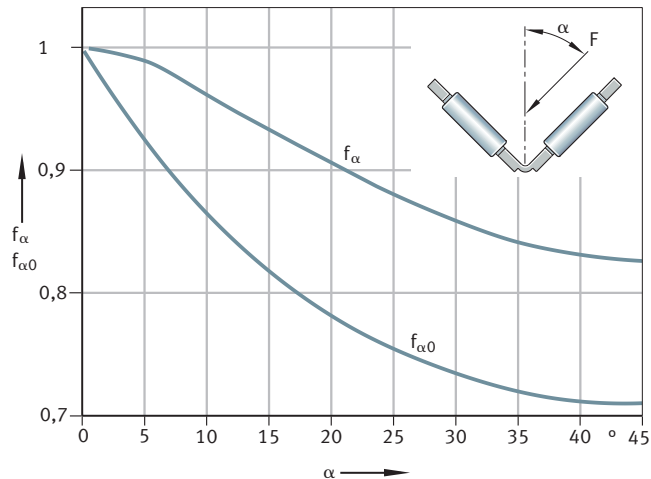
1.1.10.2 Korrekturfaktoren für die Lastrichtung

Die wirksamen Tragzahlen der zweireihigen Winkel-Flachkäfige hängen vom Winkel α ab, unter dem die Kraft auf die Führung wirkt.



Die Tragzahlen gelten nur unter der Voraussetzung, dass die Last symmetrisch zu den Käfigschenkeln eingeleitet wird ($\alpha = 0^\circ$). Für andere Lastrichtungen müssen die effektiven Tragzahlen durch folgende Gleichungen und mit den Lastrichtungsfaktoren für Winkel-Flachkäfige bestimmt werden.

3 Lastrichtungsfaktoren für Winkel-Flachkäfige



000141B4

f_α	dynamischer Lastrichtungsfaktor	$f_{\alpha 0}$	statischer Lastrichtungsfaktor
α	Kraftangriffswinkel		

Dynamische Tragzahl

f19

$$C_w = f_\alpha \cdot f_H \cdot C \cdot \left(\frac{l_k - 2a_{k1} + j_k}{100} \right)^p$$

Statische Tragzahl

f20

$$C_{0w} = f_{\alpha 0} \cdot f_{H0} \cdot C_0 \cdot \left(\frac{l_k - 2a_{k1} + j_k}{100} \right)$$

a_{k1}	mm	Abstand der ersten oder letzten Taschenmitte vom Käfigende
C	N	dynamische Tragzahl für eine Käfiglänge von 100 mm
C_0	N	statische Tragzahl für eine Käfiglänge von 100 mm
C_{0w}	N	wirksame statische Tragfähigkeit
C_w	N	wirksame dynamische Tragfähigkeit
f_α	–	Dynamischer Lastrichtungsfaktor
$f_{\alpha 0}$	–	Statischer Lastrichtungsfaktor
f_H	–	dynamischer Härtefaktor
f_{H0}	–	statischer Härtefaktor
j_k	mm	Taschenteilung des Flachkäfig-Grundkörpers
l_k	mm	Länge des Käfigs
p	–	Lebensdauerexponent für kugelgelagerte Flachkäfigführungen: $p = 0,7$ für rollengelagerte Flachkäfigführungen: $p = 7/9$

1.1.10.3 Außermittige Belastung bei Führungsschienen

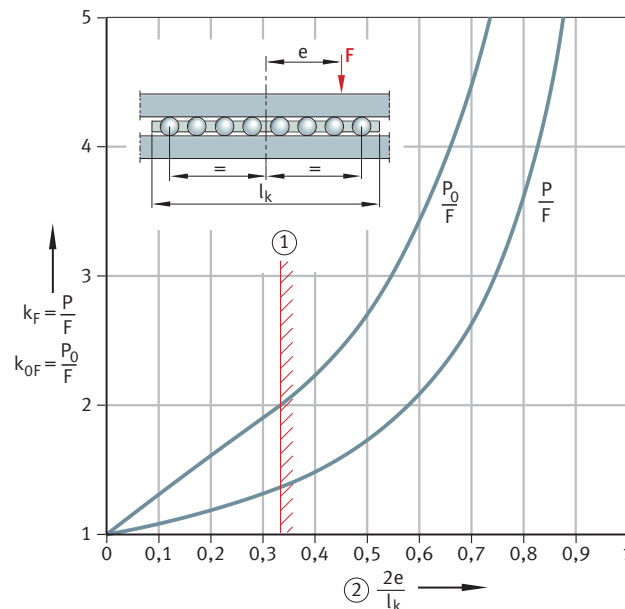
Offen Anordnung

Flachkäfige legen den halben Weg der bewegten Führungsschiene zurück. Sie werden deshalb meistens nicht gleichmäßig belastet.

Die in den Produkttabellen angegebenen Tragzahlen gelten nur bei gleichmäßiger Lastverteilung oder mittlerer Belastung. Werden die Käfige außermittig belastet, können die Tragfähigkeit und Lebensdauer mit der statisch beziehungsweise der dynamisch äquivalenten Käfiglast ermittelt werden.

Wird die festgelegte Ausnutzungsgrenze überschritten, sind die Käfige nur teilweise belastet. Die Tragfähigkeit und Steifigkeit der Führung werden dadurch beeinträchtigt.

4 Äquivalente Belastung



000141B5

k_F	dynamischer Lastfaktor	k_{0F}	statischer Lastfaktor
P	dynamisch äquivalente Belastung	P_0	statisch äquivalente Belastung
F	Belastung der Führung	e	Lastversatz
l_k	Länge des Käfigs	1	Ausnutzungsgrenze
2	relativer Lastversatz		

Geschlossene Anordnung

Führungssysteme in geschlossener Anordnung können durch zusätzliche Lastmomente und Kippmomente belastet werden.

Die Berechnung der äquivalenten Käfiglast ist sehr komplex. Sie wird auf Anfrage durch den Schaeffler Außendienst mit entsprechenden Berechnungsprogrammen durchgeführt.

1.1.11 Berechnungsbeispiel

Folgende Werte sind gegeben:

- Führungsschiene: M6035 und V6035
- Flachkäfig: HW20
- dynamische Tragzahl C für eine Käfiglänge von 100 mm: 40300 N
- statische Tragzahl C_0 für eine Käfiglänge von 100 mm: 139500 N
- Betriebslast F_B zentrisch auf die Führung wirkend (Faktoren f_a , f_{a0} , k_F , $k_{0F} = 1$): 25300 N
- Abstand der Hub-Extremlagen H : 200 mm
- Anzahl der Doppelhübe je Minute n_{osc} : 18 min⁻¹
- Käfiglänge l_k : 500 mm

Folgende Werte werden gesucht:

- nominelle Lebensdauer L und L_h
- statische Tragsicherheit S_0

Prüfung der Wälzkörper-Anzahl

fj21

$$Z = \frac{l_k - 2a_{k1}}{j_k} + 1$$

fj22

$$Z = \frac{500 - 8}{5,5} + 1 = 90$$

Wirksame dynamische Tragzahl C_w

fj23

$$C_w = C \cdot \left(\frac{l_k - 2a_{k1} + j_k}{100} \right)^{\frac{7}{9}}$$

fj24

$$C_w = 40300 \cdot \left(\frac{497,5}{100} \right)^{\frac{7}{9}} = 140000 \text{ N}$$

Nominelle Lebensdauer L

fj25

$$L = \left(\frac{C_w}{P} \right)^{\frac{10}{3}}$$

fj26

$$L = \left(\frac{140000}{25000} \right)^{\frac{10}{3}} = 310 \cdot 10^5 \text{ m}$$

Nominelle Lebensdauer L_h

fj27

$$L_h = \frac{8,33 \cdot 10^5}{H \cdot n_{osc}} \cdot \left(\frac{C_w}{P} \right)^{\frac{10}{3}}$$

fj28

$$L_h = \frac{8,33 \cdot 10^5 \cdot 310}{200 \cdot 18} = 72000 \text{ h}$$

Statische Tragsicherheit S_0

f129

$$C_{0w} = C_0 \cdot \frac{l_k - 2a_{k1} + j_k}{100}$$

f130

$$C_{0w} = 133500 \cdot \frac{497,5}{100} = 664000 \text{ N}$$

f131

$$S_0 = \frac{C_{0w}}{P_0}$$

f132

$$S_0 = \frac{664000}{25000} = 26,6$$

1.2 INA-Berechnungsprogramm

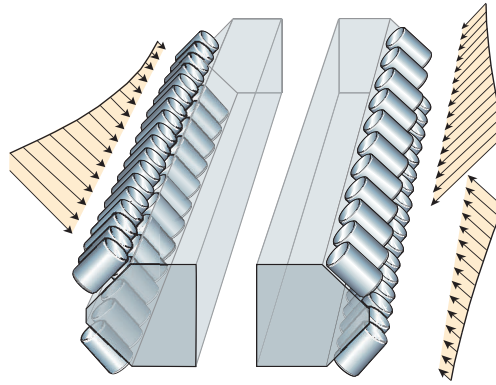
Die Berechnung dient in erster Linie der Vorauswahl von Flachkäfigführungen. Sie ermöglicht eine überschlägige Berechnung der äquivalenten statischen und dynamischen Lagerbelastung, da die Gleichungen zum Errechnen der Elementenbelastung von einem statisch bestimmten System ausgehen.

1.2.1 Komplexe Einflussfaktoren

Tatsächlich liegt aber ein statisch unbestimmtes System vor, das mit einer einfachen Handrechnung nicht zu berechnen ist. Für eine exakte Berechnung der äquivalenten Belastung ist die genaue Kenntnis der inneren Lastverteilung erforderlich. Das heißt, die Belastung der einzelnen Wälzkörper muss bekannt sein. Grundsätzlich könnte die innere Lastverteilung über Lastfaktoren berücksichtigt werden. Wegen der Vielzahl der Belastungskombinationen wäre dazu aber eine unüberschaubare Anzahl von Diagrammen nötig.

Bei vielen Anwendungen sind nicht nur die Tragfähigkeit und Lebensdauer von Bedeutung, sondern auch die Steifigkeit und Verlagerung unter kombinierter Belastung. Mit einer einfachen Handrechnung lassen sich diese Werte ebenfalls nur für sehr einfache Lastfälle berechnen.

5 Innere Lastverteilung bei kombinierter Belastung



00016208

1.2.2 Berechnungsprogramm

Mit dem entwickelten Berechnungsprogramm lassen sich die Tragfähigkeit und Steifigkeit unter beliebigen kombinierten Belastungen berechnen. Das Programm berücksichtigt die nichtlinearen Federkennlinien der Wälzkörper. Die Anschlusskonstruktion wird als starr angenommen.

Die Berechnung von Linearführungen mit diesem Programm bietet Schaeffler als Service an.

1.2.2.1 Parameter und Kenngrößen

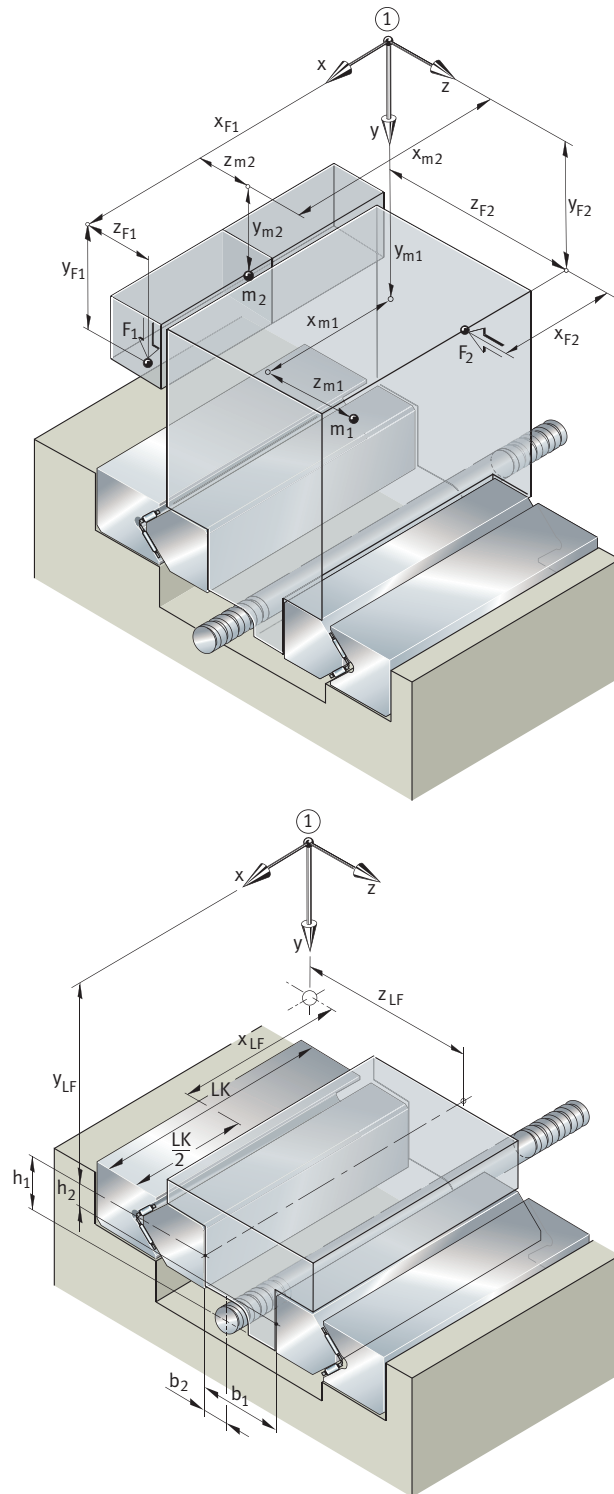
Das INA-Berechnungsprogramm für Linearführungen bestimmt unter anderem folgende Parameter:

- statische Tragsicherheit C_0
- nominelle Lebensdauer L , L_h
- Verlagerungen, die aus der Elastizität der Lagerung resultieren

Für die Berechnung muss in einem Koordinatensystem mit Ursprung für jeden Lastfall eine Reihe von Kenngrößen angegeben sein:

- Geometrie und die Lage der Führungselemente, einschließlich der Lage der Antriebsachse
- Komponenten der äußeren Kräfte (beliebige Anzahl) und die jeweilige Lage des Angriffspunkts im Koordinatensystem
- Komponenten querkraftfreier Momente
- Massen (beliebige Anzahl) und die jeweilige Lage der Massenmittelpunkte im Koordinatensystem
- Bewegungsgrößen
- Wirkungsdaueranteil

6 Belastungsangaben für Flachkäfigführungen



00014906

1 Koordinatenursprung

1.2.2.2 Datenblatt

Einfache Berechnungen können Sie in **medias® professional** oder dem neuen Linear-Programm im Internet durchführen. Gerne führen wir für Sie die Berechnung durch. Dazu erfassen Sie bitte Ihre Kenngrößen in folgendem Datenblatt.

Mit diesem Datenblatt lassen sich Geometrie und Belastung einfach beschreiben:

- Im Datenblatt sind beispielhaft 2 Massen und 2 Kräfte angegeben.
- Die weiteren Massen und Kräfte sind analog einzutragen.
- Wenn mehrere Ebenen vorhanden sind, ist ein Datenblatt je Ebene auszufüllen.
- Stehen Ebenen oder Führungsschienen schräg zu den Ebenen des Koordinatensystems, dann ist eine Skizze mit der Lage der Ebenen anzufertigen.
- Daten sind für jeden Lastfall getrennt anzugeben.

Möglich ist die Berechnung auch anhand einer technischen Zeichnung mit den notwendigen Maßen und Belastungen.

1 Berechnungsdatenblatt

Benötigte Daten für die Berechnung			
Führungsgeometrie		Lage der Führung	
l_k	mm	X_{LF}	mm
b_1	mm	y_{LF}	mm
b_2	mm	Z_{LF}	mm
h_1	mm		
h_2	mm		
Bewegungsgrößen		Wirkungsdaueranteil	
a_{max}	m/s ²	q	%
v_{max}	m/min	querkraftfreie Momente	
v	m/min	M_x	Nm
H	mm	M_y	Nm
n_{osc}	min ⁻¹	M_z	Nm
Masse 1		Masse 2	
m_1	kg	m_2	kg
Belastung 1		Belastung 2	
F_{1x}	N	F_{2x}	N
F_{1y}	N	F_{2y}	N
F_{1z}	N	F_{2z}	N
Massemittelpunkt 1		Massemittelpunkt 2	
x_{m1}	mm	x_{m2}	mm
y_{m1}	mm	y_{m2}	mm
z_{m1}	mm	z_{m2}	mm
Kraftangriffspunkt 1		Kraftangriffspunkt 2	
x_{F1}	mm	x_{F2}	mm
y_{F1}	mm	y_{F2}	mm
z_{F1}	mm	z_{F2}	mm

1.3 Vorspannung

1.3.1 Einfluss der Vorspannung

Vorspannung erhöht die Steifigkeit und Führungsgenauigkeit der Flachkäfigführungen. Bei Momentenbelastungen verringert die Vorspannung die Höchstlasten auf die Wälzkörper, die am Käfigende liegen, und erhöht damit die Momenten Tragfähigkeit des Führungssystems. Des Weiteren beeinflusst die Vorspannung den Verschiebewiderstand und wirkt sich auf die Lebensdauer der Flachkäfigführung aus.

1.3.1.1 Höhe der Vorspannung

Eine positive Wirkung der Vorspannung wird mit einem Wert von 0,02 bis $0,03 \cdot C_0$ größtenteils erreicht. Die optimale Vorspannung kann mit Berechnungsprogrammen des INA-Datenservices ermittelt werden.



Eine zu geringe oder hohe Vorspannung kann zur unkontrollierten Verlagerung des Flachkäfigs führen (Käfigwandern).

1.3.2 Einfluss der Anschlusskonstruktion

Damit die Steifigkeit voll nutzbar ist, muss die Anschlusskonstruktion ausreichend starr und formgenau sein. Bei leicht verformbarer oder ungenauer Umgebung können zwischen den Laufbahnen Winkelfehler auftreten, so dass die Wälzkörper nur an ihren Enden belastet werden. In diesen Fällen erhöht sich die Steifigkeit des Systems nicht. Außerdem verringert Kantenbelastung die Gebrauchsdauer der Führungen und kann Käfigwandern auslösen.

1.3.3 Einstellen der Vorspannkraft

Die Vorspannkraft kann mit unterschiedlichen Verfahren gemessen und eingestellt werden:

- durch die Schlitten-Verschleibreibung F_{RV} beim Einsatz von Druckschrauben oder Führungsschienen mit Zustellkeil
- durch Druckschrauben mit vorgegebenem Anziehdrehmoment
- durch die Messung der Verformung der Anschlusskonstruktion, nachdem die richtige Verformung mit der hydraulischen Einstellschiene bestimmt wurde

1.3.4 Schlitten-Verschleibreibung

Die Formel für die Verschleibreibung gilt, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Die Vorspannung beträgt 2,5 % der Tragzahl C_0 .
- Die Führung ist geschmiert und ohne Betriebslast.
- Die Bewegung erfolgt mit 0,05 m/s.

f133

$$F_{RV} = \frac{C_{0w}}{40000}$$

C_{0w}

N

wirksame statische Tragfähigkeit

F_{RV}

N

Reibkraft

1.3.5 Druckschrauben

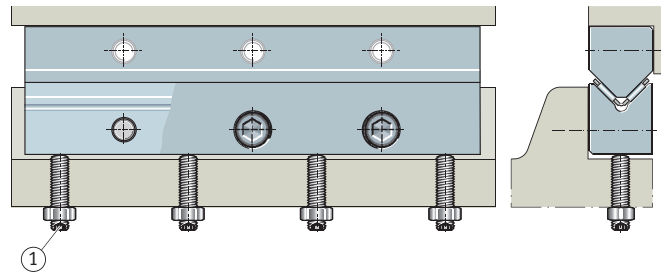
Bei geringer Belastung ($S_0 > 5$) kann die Vorspannung durch Druckschrauben am Schienenrücken aufgebracht werden. Die Druckschrauben sollen eine ebene Druckfläche aufweisen (Ausführung als Stiftschraube nach ISO 4026) und zwischen den Befestigungsschrauben und an den Enden der Führungsschienen angeordnet werden.

2 Druckschrauben und Anziehdrehmomente

Führungsschiene	Druckschraube		Anziehdrehmoment ¹⁾
	Abmessung	Abstand	M _A
	-	mm	N m
M3015, V3015	M 4	40	0,34
M4020, V4020	M 6	80	1,2
M4525, V4525	M 6	80	1
M5025, V5025	M 6	80	1,2
M6035, V6035	M 8	100	2,9
M6535, V6535	M 8	100	3,5
M7040, V7040	M 10	100	5,7
M8050, V8050	M 12	100	7,7
M8550, V8550	M 12	100	7,3

¹⁾ Vorspannung = 2,5 % C₀

7 Anordnung der Druckschrauben



000141BC

1 Druckschraube

1.3.6 Führungsschienen mit Zustellkeil

Bei hoher Belastung ($S_0 < 5$) oder bei hohen Anforderungen an die Steifigkeit ist es vorteilhaft, Führungsschienen ML mit Zustellkeil zu verwenden. Mit diesen Schienen wird die Vorspannung gleichmäßig auf die gesamte Länge der Führung aufgebracht und eine exakte Zustellung erreicht.

1.3.7 Hydraulische Einstellschiene

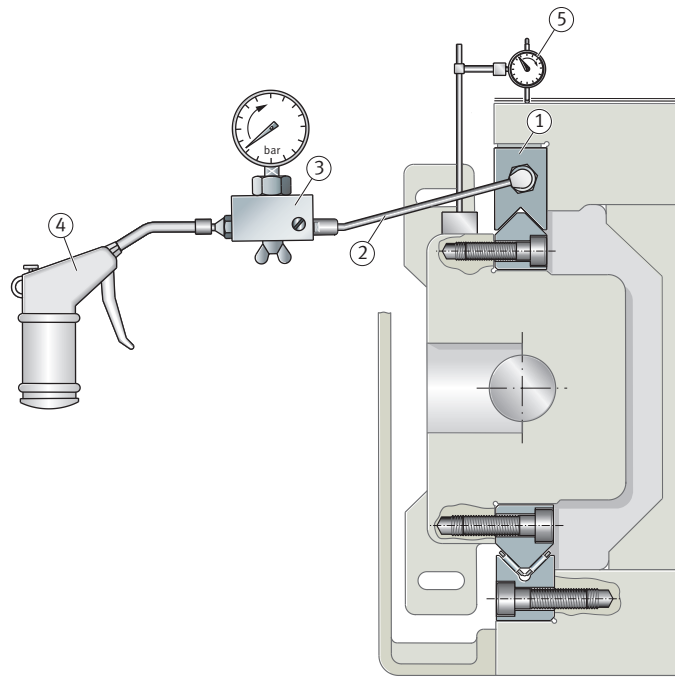
Mit dieser Schiene werden die Verformung der Anschlusskonstruktion und die Vorspannung bei M-, ML- und V-Führungsschienen in geschlossener Anordnung ermittelt. Die Verformung ist konstruktionsspezifisch und muss für einen Maschinentyp nur einmal bestimmt werden.

Hydraulische Einstellschienen sind modular aufgebaut und dadurch praktisch an jeden Einbaufall anpassbar. Schaeffler bietet solche Messungen als Dienstleistung an.

Anwendung der hydraulischen Einstellschiene:

- Bei der Erstmontage sind eine Schiene und ein Flachkäfig durch die hydraulische Einstellschiene zu ersetzen.
- Notwendige Vorspannung mit der hydraulischen Einstellschiene aufbringen.
- Verformung (Einfederung) der Anschlusskonstruktion unter der Vorspannung messen.
- Vorspannung der wieder komplett montierten Führung nach der gemessenen Verformung einstellen.

8 Vorspannung mit hydraulischer Einstellschiene



00016209

1	Einstellschiene	2	Hochdruckschlauch
3	Verteiler mit Manometer	4	Fettprüfer
5	Messuhr		

1.4 Reibung

Flachkäfigführungen haben einen niedrigen und gleichmäßigen Verschiebewiderstand. Der Reibungsverlauf ist gleichmäßig und die Anfahrreibung klein. Dadurch laufen Flachkäfigführungen stick-slip-frei.

Die gesamte Reibung ergibt sich aus:

- Rollreibung und Gleitreibung in den Wälzkontakten
- Schmierstoffreibung
- Dichtungsreibung

Folgende Faktoren haben Einfluss auf die Reibung:

- Belastung
- Vorspannung
- Verfahrensgeschwindigkeit
- Schmierstoff

- Schmierzustand
- Temperatur
- Einbaugenauigkeit

Die Faktoren, von denen der Reibungskoeffizient abhängt, beeinflussen sich zum Teil gegenseitig, wirken in eine Richtung oder gegeneinander.

Der Reibungskoeffizient ist durch das Verhältnis der Verschiebekraft zur Normalbelastung charakterisiert. Bei normalen Bedingungen liegen die Reibungskoeffizienten für Wälzführungen zwischen 0,001 und 0,004.

1.4.1 Einfluss des Schmierfetts auf die Reibung

Bei der Inbetriebnahme und beim Nachschmieren steigt durch das frische Schmierfett der Reibungskoeffizient vorübergehend. Nach kurzer Einlaufdauer stellt sich wieder ein niedrigerer Wert ein.

Die Eigenschaften des verwendeten Schmierfetts bestimmen wesentlich das Reibverhalten. Als grobe Anhaltspunkte eignen sich die Konsistenz und die Grundölviskosität.



Erstbefettete Systeme haben einen erhöhten Verschiebewiderstand.

1.4.2 Einfluss der Dichtung auf die Reibung

Schleifende Dichtungen erhöhen die Gesamtreibung der Linearführung.

Die Dichtungsreibung ist bei neuen Führungen am höchsten. Sie sinkt nach der Einlaufphase.

1.4.3 Verschiebewiderstand

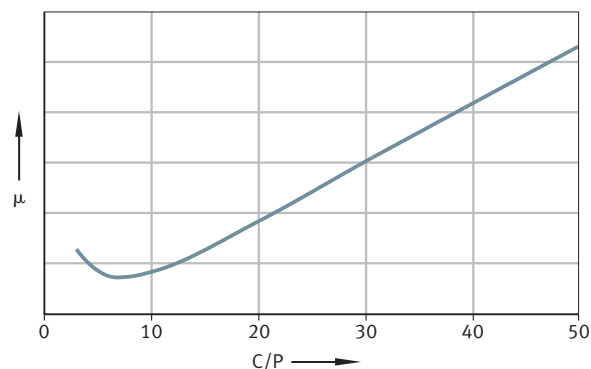
f34

$$F_R = \mu \cdot F$$

F	N	Belastung des Rollenumlaufschuhs
F_R	N	Verschiebewiderstand
μ	–	Reibungskoeffizient

Der Reibungskoeffizient hängt vom Verhältnis C/P ab und ist damit selbst eine Funktion der Belastung.

9 Verlauf des Reibungskoeffizienten



000141B2

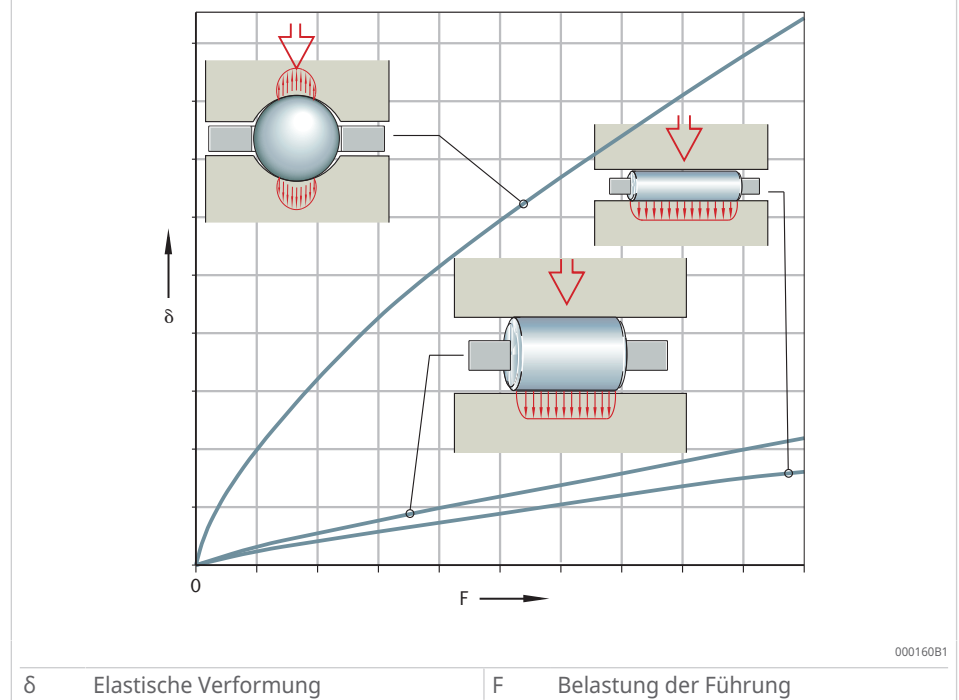
μ	Reibungskoeffizient	C/P	Belastungsverhältnis
-------	---------------------	-------	----------------------

1.5 Steifigkeit

Führungen mit Nadel- und Zylinderrollen haben Linienberührung im Wälzkontakt, Führungen mit Kugeln Vierpunktcontact. Aufgrund der größeren Kontaktfläche sind Führungen mit Nadelrollen und Zylinderrollen wesentlich steifer als Führungen mit Kugeln.

Nadelrollen und Zylinderrollen sind endprofiliert, das heißt, die Mantelflächen fallen zu den Enden hin ballig ab. Dadurch ist die Kantenspannung an den Wälzkörperenden geringer. Die Tragfähigkeit wird davon kaum beeinflusst, da die effektive Berührungslänge zwischen Rolle und Laufbahnen nur unwesentlich kürzer ist.

10 Wälzkörperform und elastische Verformung (Einfederung)



1.5.1 Elastische Verformung

Flachkäfigführungen sind hoch steif. Trotzdem tritt durch die Betriebslast eine elastische Verformung in den Kontaktstellen auf. Verformung und Steifigkeit sind mit Gleichungen bestimmbar.



Nicht berücksichtigt sind bei diesen Formeln elastische Verformungen der Anschlusskonstruktion und Verschraubung sowie Setzungserscheinungen und Ähnliches. Da die Umgebung nicht vollkommen starr ist, kann die elastische Verformung in der Praxis deshalb etwas höher sein.

Bei geschlossenen Führungen mit M-Führungsschienen und V-Führungsschienen kann die Steifigkeit der Führung durch Vorspannung weiter gesteigert werden ►18|1.3.

1.5.2 Steifigkeit der Flachkäfigführung

Das Verhältnis aus der Belastung und der elastischen Verformung bestimmt die Steifigkeit einer Flachkäfigführung.

f135

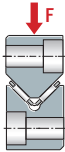
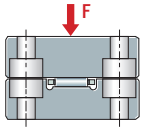
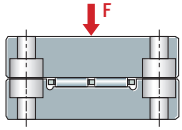
$$C_L = \frac{F}{\delta}$$

C_L	N/ μ m	Steifigkeit der Flachkäfigführung
F	N	Betriebslast
δ	μ m	elastische Verformung

1.5.3 Ermittlung der Steifigkeit

Die elastische Verformung hängt ab von der Belastung, der Zahl, der Länge und der geometrischen Form der Wälzkörper sowie der Bauform der Führungsschienen.

3 Bauformfaktoren

Bauform	Bauformfaktor K
	0,092
	0,087
	0,049

Flachkäfigführungen mit Linienkontakt

f136

$$\delta = K \cdot \frac{\left(\frac{F}{Z}\right)^{0,838}}{L_w^{0,605}}$$

f137

$$C_L = \frac{1}{K} \cdot F^{0,162} \cdot Z^{0,838} \cdot L_w^{0,605}$$

Flachkäfigführungen mit Vierpunktkontakt

f138

$$\delta = K \cdot \frac{\left(\frac{F}{Z}\right)^{\frac{2}{3}}}{D_w^{\frac{1}{3}}}$$

f39

$$C_L = \frac{1}{K} \cdot F^{\frac{1}{3}} \cdot Z^{\frac{2}{3}} \cdot D_w^{\frac{1}{3}}$$

C_L	N/μm	Steifigkeit der Flachkäfigführung
D_w	mm	Kugeldurchmesser
F	N	Betriebslast
K	-	Faktor zur Bestimmung der elastischen Verformung, abhängig von der Bauform
L_w	mm	Länge des Wälzkörpers
Z	-	Anzahl der Wälzkörper pro Reihe
δ	μm	elastische Verformung

1.5.4 Berechnungsbeispiel

- Führungsschiene: M6035 und V6035
- Flachkäfig: HW20×500
- Betriebslast F : 25000 N
- Anzahl der Wälzkörper pro Reihe Z : 90
- Wälzkörperlänge L_w : 9,8
- Bauformfaktor K : 0,092

Elastische Verformung

f40

$$\delta = K \cdot \frac{\left(\frac{F}{Z}\right)^{0,838}}{L_w^{0,605}}$$

f41

$$\delta = 0,092 \cdot \frac{\left(\frac{25000}{90}\right)^{0,838}}{9,8^{0,605}} = 2,6 \text{ μm}$$

Steifigkeit

f42

$$C_L = \frac{25000}{2,6} = 9600 \text{ N/μm}$$

1.6 Schmierung

1.6.1 Ölschmierung oder Fettschmierung

Flachkäfigführungen müssen geschmiert werden. Technische, wirtschaftliche und ökologische Faktoren bestimmen, ob mit Öl oder Fett und mit welchem Verfahren geschmiert wird.

Die Aufgaben und Wirkungen von Schmierstoffen wie Fett und Öl sind umfangreich:

- Reibung senken
- Verschleiß minimieren
- Korrosion verhindern
- vor Schmutz schützen
- die Lebensdauer der Führungen verlängern

1.6.2 Lieferausführung, geeignete Schmierstoffe

Flachkäfigführungen sind konserviert. Die Konservierung verträgt sich mit Ölen und Fetten auf Mineralölbasis. Die Flachkäfigführungen laufen ausschließlich im Bereich der Mischreibung. Deshalb sollen legierte Schmierstoffe bevorzugt werden (Kennbuchstabe P nach DIN 51502).



Zur Schmierung keine Bohrröle oder andere Kühlemulsionen verwenden. Sie verdünnen die Schmierstoffe und verursachen unter Umständen Korrosion. Ebenfalls keine Schmierstoffe mit Feststoffzusätzen einsetzen.

Der Schmierstoff wird bei M-Führungsschienen und V-Führungsschienen im Allgemeinen durch den seitlichen Spalt zwischen M-Schiene und V-Schiene eingebracht. Ist das nicht möglich, zum Beispiel bei vertikalem Einbau, können auf Anfrage Führungsschienen mit Nachschmiermöglichkeit geliefert werden.



Verbrauchten Schmierstoff umweltgerecht entsorgen. Nationale Vorschriften zum Umweltschutz und zur Arbeitssicherheit sowie die Angaben der Schmierstoffhersteller regeln den Umgang mit den Schmierstoffen. Die Vorschriften beachten.

1.6.3 Ölschmierung

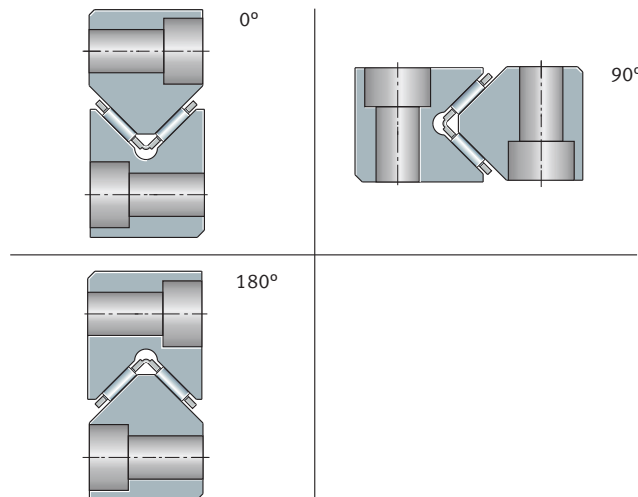
Bevorzugt werden sollten die Schmierölsorten CLP nach DIN 51517 und HLP nach DIN 51524.

Bei Betriebstemperaturen von 0 °C bis +70 °C sollte die Viskosität zwischen ISO VG 32 und ISO VG 68 liegen. Im Tieftemperaturbereich sind Öle nach ISO VG 10 oder ISO VG 22 zu verwenden. Bettbahnöle CGLP lassen sich bis zur ISO VG 220 einsetzen.

Empfohlen wird eine Ölimpulschmierung oder Tropfölschmierung. In sehr schmutziger Umgebung ist Öl-Luftschmierung besonders vorteilhaft. Sie erzeugt einen geringen Überdruck in der Führung, der die Wirksamkeit vorhandener Abdichtungen unterstützt.

Schmierölauführung unter Berücksichtigung der Einbaulage so wählen, dass alle Wälzkörperreihen mit Schmierstoff versorgt werden.

11 Einbaulagen für Flachkäfigführungen



000141C0

1.6.3.1 Vorteile der Ölschmierung

Öl als Schmiermittel ermöglicht die Wärmeabfuhr und bietet eine gute Schmierstoffverteilung. Beim Nachschmieren wird der Schmierstoff nahezu vollständig ausgetauscht. Schmutzpartikel werden ausgeschwemmt. Eine Ölschmierung ist auch sinnvoll, wenn benachbarte Maschinenelemente bereits mit Öl versorgt werden.

1.6.3.2 Verträglichkeit

Liegen keine Erfahrungen oder Angaben des Ölherstellers vor, muss vor dem Einsatz der Schmieröle ihr Verhalten gegenüber Kunststoffen, Elastomeren, Buntmetallen und Leichtmetallen geprüft werden.



Öle grundsätzlich auf Verträglichkeit prüfen.

Nur unter dynamischer Beanspruchung und bei Betriebstemperatur prüfen.

Im Zweifel beim Schmierstoff-Hersteller rückfragen.

1.6.3.3 Mischbarkeit

Fette können gemischt werden, wenn folgende Angaben zutreffen:

- gleiche Grundölbasis
- übereinstimmender Verdickertyp
- ähnliche Grundölviskositäten (max. 1 ISO VG-Klasse auseinander)
- übereinstimmende Konsistenz (NLGI-Klasse)

Bei Abweichung von den genannten Punkten, muss die Mischbarkeit geprüft werden.



Weicht die Fettqualität von unseren Vorgaben ab, kann dies negative Auswirkungen nach sich ziehen.

1.6.3.4 Inbetriebnahme

Die Laufbahn und der Käfig der Flachkäfigführung sind vor der Inbetriebnahme zu ölen und gegen feste und flüssige Verunreinigungen zu schützen.

1.6.4 Fettschmierung

Empfohlen werden lithiumverseifte Fette auf Mineralölbasis. Als Grundölviskosität sollte ISO VG 150 bis ISO VG 220 gewählt werden.

Bei hohen Belastungen ($S_0 < 8$) sind unbedingt EP-legierte Fette mit einer Grundölviskosität um ISO VG 220 notwendig.

Zur Erstbefettung wird ein Schmierfett KP2N-20 nach DIN 51825 empfohlen.

1.6.4.1 Vorteile der Fettschmierung

Für Nachschmiereinrichtungen ist der konstruktive Aufwand sehr gering, sofern auf eine Zentral-Schmieranlage verzichtet wird. Die Nachschmierintervalle sind bis zu einem Jahr lang. Aufgrund des Verdickers im Fett weist diese Schmierung sehr gute Notlaufeigenschaften auf. Die Fettschmierung bietet zudem eine gute Unterstützung der Abdichtung.

1.6.4.2 Mischbarkeit

Fette können gemischt werden, wenn folgende Angaben zutreffen:

- gleiche Grundölbasis
- übereinstimmender Verdickertyp
- ähnliche Grundölviskositäten (max. 1 ISO VG-Klasse auseinander)
- übereinstimmende Konsistenz (NLGI-Klasse)

Bei Abweichung von den genannten Punkten, muss die Mischbarkeit geprüft werden.

1.6.4.3 Lagerfähigkeit

Schmierfette auf Mineralölbasis lassen sich erfahrungsgemäß bis zu 3 a (Jahre) lagern.

Dabei gelten folgende Bedingungen:

- umschlossener Raum (Lageraum)
- Temperatur von 0 °C bis +40 °C
- relative Luftfeuchtigkeit < 65 %
- keine chemischen Einwirkungen (Dämpfe, Gase, Flüssigkeiten)



Nach längerer Aufbewahrung kann die Reibung vorübergehend höher sein als bei frisch befetteten Flachkäfigführungen. Außerdem kann die Schmierfähigkeit des Fetts nachgelassen haben. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders, die Angaben der Schmierstoffhersteller einzuhalten.

1.6.5 Inbetriebnahme und Erstbefettungsmenge

1.6.5.1 Ohne Nachschmiereinrichtung

Die Erstbefettungsmenge wird gleichmäßig von beiden Seiten in die Käfigtaschen eingebracht und auf den Käfigflächen verteilt. Auf die Laufbahnen der Führungsschienen ist ebenfalls ein dünner Fettfilm aufzubringen.



Vor und während der Montage muss die Führung gegen feste und flüssige Verunreinigungen geschützt werden.

1.6.5.2 Mit Nachschmiereinrichtung

Vor der Montage ist auf Käfig und Laufbahnen eine dünne Fettschicht aufzubringen. Danach wird die Führung montiert und zuerst die Zufuhrleitung mit Fett befüllt, bevor die Erstbefettungsmenge eingebracht wird.

Die Führung ist beim Befetten mehrmals über den ganzen Hub zu verfahren, damit das Fett gleichmäßig verteilt wird.

4 Erstbefettungsmengen

Kurzzeichen	Erstbefettungsmenge g/mm Käfiglänge ¹⁾
HW10	0,2 ... 0,6
HW15 ²⁾ , FFW2025, FFW2025ZW	0,2 ... 0,6
HW20 ²⁾ , FFW2535, FFW2535ZW	0,2 ... 1
HW25 ²⁾ , FFW3045, FFW3045ZW	0,3 ... 1,3
HW30 ²⁾ , FFW3555, FFW3555ZW	0,3 ... 2,1
HRW08	0,2 ... 0,6
HRW50	0,2 ... 1,5
HRW70	0,2 ... 3,5
HRW100	0,2 ... 6,6
H10 ²⁾	0,1 ... 0,3
H15 ²⁾	0,1 ... 0,5
H20 ²⁾	0,2 ... 0,7
H25 ²⁾	0,2 ... 1,1
FF2010	0,1 ... 0,3
FF2515	0,1 ... 0,5
FF3020	0,2 ... 0,7
FF3525	0,2 ... 1,1

¹⁾ bei hohen Geschwindigkeiten den kleineren Wert wählen, bei niedrigen Geschwindigkeiten den größeren Wert anstreben

²⁾ bei gedämpften Käfigen 80 % der angegebenen Werte wählen

1.6.6 Nachschmierung

Bei der Nachschmierung sind die angemessenen Schmierfristen einzuhalten.

Die Nachschmiermenge beträgt etwa 50 % der Erstbefettungsmenge. Es ist möglichst mehrmals in Teilmengen nachzuschmieren, als nur einmal zum Zeitpunkt der Nachschmierfrist.

1.6.7 Schmierfett-Gebrauchsdauer

Kann ein Linearsystem nicht nachgeschmiert werden, so gilt die Schmierfett-Gebrauchsdauer.

Der Richtwert lässt sich in den meisten Anwendungen mit folgender Formel berechnen:

f.43

$$t_{fG} = 2 \cdot t_{tR}$$

t_{fG}	h	Richtwert für die Fettgebrauchsdauer in Betriebsstunden
t_{tR}	h	Richtwert für die Nachschmierfrist in Betriebsstunden

1.6.8 Ermittlung der Schmierfrist

Die Grundschnierfrist t_f gilt für Flachkäfigführungen bei folgenden Bedingungen:

- Lagertemperatur $t < +70^\circ\text{C}$
- Belastungsverhältnis $C_0/P = 20$
- Schmierung mit hochwertigem Lithiumseifenfett
- keine störenden Umwelteinflüsse
- Hubverhältnis zwischen 1 und 10

1.6.8.1 Geschwindigkeitskennwert

Der Geschwindigkeitskennwert ist nach folgender Formel definiert:

f144

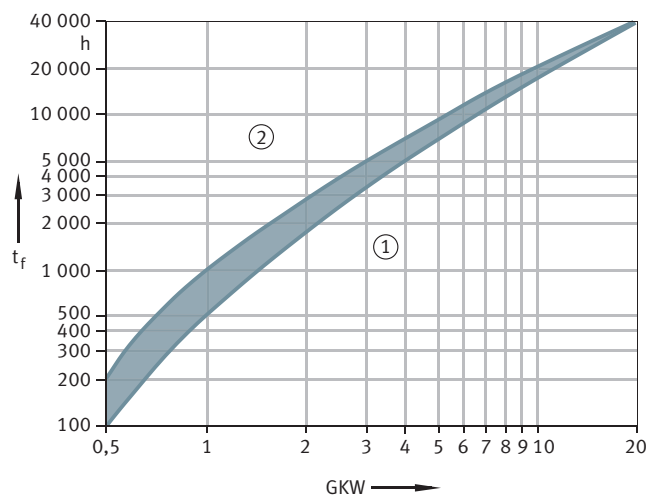
$$\text{GKW} = \frac{60}{v} \cdot K_{LF}$$

GKW	–	Geschwindigkeitskennwert
K_{LF}	–	Lagerfaktor
v_m	m/min	mittlere Geschwindigkeit

5 Lagerfaktor K_{LF}

Flachkäfig	Lagerfaktor K_{LF}
HW, HRW, FFW	1,5
H, HR, FF	1

12 Bestimmung der Grundschnierfrist



00014189

1	Nachschmierung möglich	2	Neubefettung erforderlich
t_f	Grundschnierfrist	GKW	Geschwindigkeitskennwert

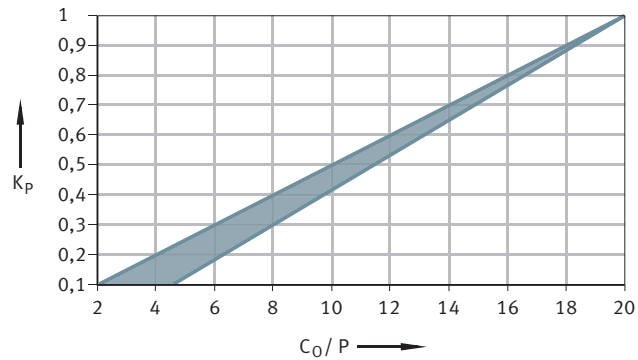
1.6.8.2 Korrekturfaktor Belastung K_P

Der Korrekturfaktor K_P berücksichtigt die Beanspruchung des Fetts bei einem Belastungsverhältnis von $C_0/P < 20$.



Die Faktoren gelten nur für hochwertiges Lithiumseifenfett. Die Vorspannung ist zu berücksichtigen.

13 Korrekturfaktor K_P



000161E4

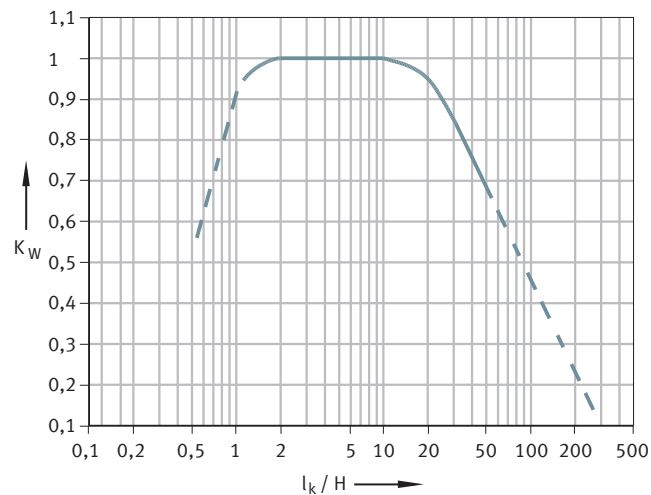
C_0/P Belastungsverhältnis

K_P Korrekturfaktor Belastung

1.6.8.3 Korrekturfaktor Hub K_W

Der Korrekturfaktor K_W berücksichtigt den zu schmierenden Verschiebeweg. Er hängt vom Hubverhältnis ab.

14 Korrekturfaktor K_W



000141B8

K_W Korrekturfaktor Hub

l_k/H Hubverhältnis

Das Hubverhältnis ist nach folgender Formel definiert:

f.45

$$s/D = \frac{l_k}{H}$$

Ist das Hubverhältnis < 10 oder > 50 , muss die Nachschmierfrist verkürzt werden, um mögliche Tribokorrosion zu mindern.

Bei sehr kleinem oder sehr großem Hub kann die Fettgebrauchsdauer kürzer sein als der ermittelte Richtwert. Hier sind Sonderfette empfehlenswert. Dazu bei Schaeffler rückfragen.

H mm

Abstand der Hub-Extremlagen

l_k mm

Länge des Käfigs

1.6.8.4 Korrekturfaktor Umgebung K_U

Der Korrekturfaktor K_U berücksichtigt Rüttelkräfte, Vibrationen (Ursache für Tribokorrosion) und Stöße.



Diese Einflüsse beanspruchen das Schmierfett zusätzlich. Dringt Kühlschmierstoff oder Feuchtigkeit ein, ist keine Berechnung möglich.

6 Umgebungseinfluss und Korrekturfaktor

Umgebungseinfluss	Korrekturfaktor K_U
gering	1
mittel	0,8
stark	0,5

1.6.8.5 Nachschmierfrist

Flachkäfigführungen müssen in angemessenen Intervallen nachgeschmiert werden.

Die Länge des Intervalls hängt im Wesentlichen von folgenden Faktoren ab:

- Geschwindigkeit
- Belastung
- Temperatur
- Hub
- Umgebungsbedingungen

Je kürzer die Schmierintervalle sind, desto eher lässt sich ein großer Aufwand für die Schmiereinrichtungen wirtschaftlich rechtfertigen. Bei langen Intervallen kann das Schmieren von Hand oder durch halbautomatische Geräte vorteilhaft sein.

Zeitpunkt und Menge des Nachschmierens lassen sich nur unter Betriebsbedingungen genau festlegen, weil nicht alle Einflüsse rechnerisch zu erfassen sind. Die Beobachtungszeit muss ausreichend lang sein.

Die Nachschmierfrist t_{fR} sollte maximal ein Jahr betragen, auch wenn sich aus der Gleichung eine längere Frist ergibt:

46

$$t_{fR} = t_f \cdot K_P \cdot K_W \cdot K_U$$

K_P, K_W, K_U	–	Korrekturfaktoren für Belastung, Hub, Umgebung
t_f	h	Grundschnierfrist in Betriebsstunden
t_{fR}	h	Richtwert für die Nachschmierfrist in Betriebsstunden

1.7 Abdichtung

Die Art der Abdichtung oder Abdeckung ist für den störungsfreien Betrieb und die lange Gebrauchsdauer der Flachkäfigführungen von entscheidender Bedeutung.

Je nach Betriebsbedingungen und Anforderungen sind folgende Lösungen für die Abdichtung möglich:

- Abstreifer
- Längsdichtleisten
- Komplettlösung für M-Führungsschienen und V-Führungsschienen mit konventionellen Abstreifern und integrierten Längsdichtleisten

Für die meisten Anwendungen genügen Abstreifer, um die Laufbahnen sauber zu halten.



Abstreifer müssen während des ganzen Hubs auf den Laufbahnen aufliegen. Wenn die Führungsschienen besonders starkem Schmutz oder aggressiven Medien ausgesetzt sind, müssen besondere Maßnahmen vorgesehen werden.

1

1.8 Anwendungsgrenzen

1.8.1 Beschleunigung

Die zulässige Beschleunigung der Flachkäfigführungen ist von folgenden Faktoren abhängig:

Für hohe Beschleunigungen sind INA-Metall-Flachkäfige aus Leichtmetall besonders geeignet. Diese Käfige haben ein geringes Gewicht und eine hohe Festigkeit. Sie sind für Beschleunigungen bis 250 m/s^2 und für Geschwindigkeiten bis 15 m/s geeignet.



Ab Beschleunigungen über 100 m/s^2 sollte eine Führungsschiene um den Hub verlängert und beide Endstücke an der kürzeren Schiene befestigt werden. So wird der Käfig in jeder Lage zwischen den Laufbahnen geführt. Bei Einsatz von Abstreifern ist zwischen den Laufbahnen und der Schiene zusätzlich ein Endstück zu montieren.

1.8.2 Betriebstemperaturen

Führungsschienen ohne Abstreifer und in Verbindung mit Metall-Flachkäfigen sind bei geeigneter Schmierung für Dauertemperaturen bis $+150 \text{ °C}$ geeignet.

Nadelrollen- und Zylinderrollen-Flachkäfige aus Kunststoff sind bei Temperaturen bis $+120 \text{ °C}$ einsetzbar.



Bei Führungsschienen mit Abstreifern darf die Betriebstemperatur $+100 \text{ °C}$ nicht überschreiten.

Führungsschienen, die dauernd mit höheren Temperaturen betrieben werden, müssen maßstabiliert sein. In diesem Fall bitte bei Schaeffler rückfragen.

1.9 Gestaltung der Lagerung

Flachkäfigführungen können offen oder geschlossen angeordnet werden.

1.9.1 Geschlossene Anordnung M-Führungsschienen und V-Führungsschienen

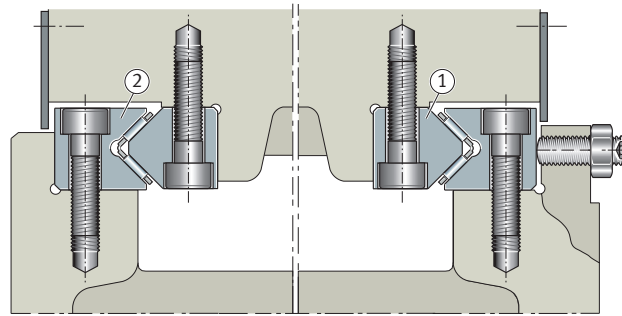
Die geschlossene Anordnung ist eine Fest-Festlagerung.

Sie umfasst folgende Komponenten:

- jeweils zwei M-Führungsschienen und V-Führungsschienen mit den dazugehörigen Winkel-Flachkäfigen

Diese Anordnung wird hauptsächlich für Anwendungen mit beliebigen Lastrichtungen und Momentenbelastungen eingesetzt. Sie ermöglicht einen kleinen Bauraum und lässt beliebige Betriebslagen zu. Die Anordnung kann vorgespannt werden.

15 Geschlossene Anordnung



000141C2

1 M-Führungsschiene, V-Führungsschiene mit Winkelflachkäfig

1.9.2 Bestimmung der Länge nach technischen Anforderungen

Für die Wahl von Führungsschienen und Flachkäfigen können technische Anforderungen oder konstruktive Gegebenheiten maßgebend sein. In beiden Fällen ist der Hub H ein wichtiger Faktor.

1.9.2.1 Länge der Käfige

Die Tragfähigkeit und Steifigkeit der Führung werden durch die Käfiggröße und Käfiglänge bestimmt. Bei zentrischer Belastung können die Größe und die Länge der Flachkäfige theoretisch in weiten Grenzen gewählt werden.

Für die Bestimmung der Käfiglänge l_k haben sich jedoch technisch und wirtschaftlich folgende Richtwerte bewährt:

- Offene Anordnung:
 - Länge des Käfigs: $l_k \geq 1,5 \cdot H$
- Geschlossene Anordnung:
 - Länge des Käfigs: $l_k \geq H$

Bei außermittigen Belastungen und Momentenbelastungen sollten möglichst große Käfiglängen und Abstände der Führungsschienen gewählt werden. Dadurch wird eine gleichmäßigere Lastverteilung erreicht.

1.9.2.2 Länge der Führungsschienen

Für die Länge der Führungsschienen l sind die Käfiglänge l_k und der Hub H maßgebend.

Bei der Längenbestimmung müssen jedoch folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Kinematisch bedingt legt der Flachkäfig immer den halben Weg der bewegten Führungsschiene zurück.
- Der Flachkäfig bleibt in jeder Lage der bewegten Führungsschiene auf seiner ganzen Länge zwischen den beiden Führungsschienen.
- Die Abstreifer müssen immer auf der Laufbahn aufliegen.

1.9.2.3 Führungsschiene ohne Abstreifer

f_{47}

$$l = l_k + \frac{H}{2}$$

H	mm	Abstand der Hub-Extremlagen
l	mm	Länge der Führungsschiene
l _k	mm	Länge des Käfigs

16 Bewegung von Führungsschiene und Käfig

0001620A

1	Mittelstellung	2	Rechte Endstellung
3	Linke Endstellung		

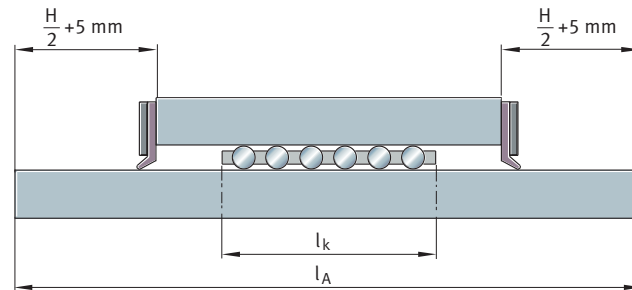
1.9.2.4 Führungsschiene mit Abstreifer

f_{48}

$$l_A = l_k + 3 \cdot \frac{H}{2} + 10 \text{ mm}$$

H	mm	Abstand der Hub-Extremlagen
l _A	mm	Länge der Führungsschiene mit Räumweg für Abstreifer
l _k	mm	Länge des Käfigs

17 Länge der Führungsschiene mit Abstreifern



0001620B

1.9.3 Bestimmung der Länge nach konstruktiven Gegebenheiten

Häufig ist die maximal möglichen Schienenlänge l_A und der Hub H konstruktiv vorgegeben. Damit ist die kinematisch mögliche Länge des Käfigs l_k mit folgenden Formeln bestimmbar.

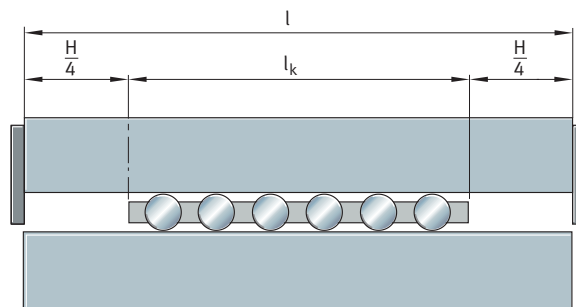
1.9.3.1 Führungen ohne Abstreifer

f49

$$l_k = l - \frac{H}{2}$$

H	mm	Abstand der Hub-Extremlagen
l	mm	Länge der Führungsschiene
l_k	mm	Länge des Käfigs

18 Käfiglänge bei Schienen ohne Abstreifer



0001620C

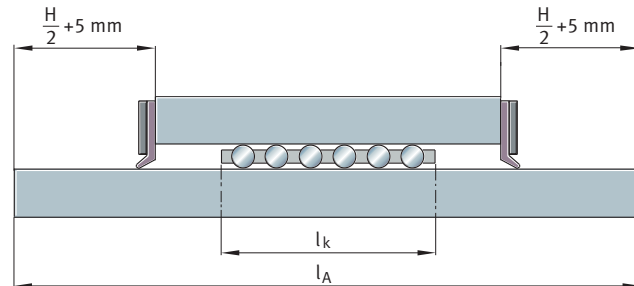
1.9.3.2 Führungen mit Abstreifer

f50

$$l_k = l_A - 3 \cdot \frac{H}{2} - 10 \text{ mm}$$

H	mm	Abstand der Hub-Extremlagen
l_A	mm	Länge der Führungsschiene mit Räumweg für Abstreifer
l_k	mm	Länge des Käfigs

19 Käfiglänge bei Schienen mit Abstreifern



00016219

1.9.4 Endstücke und Abstreifer

Endstücke oder Abstreifer halten den Käfig in den Hubendlagen in seiner Sollposition.

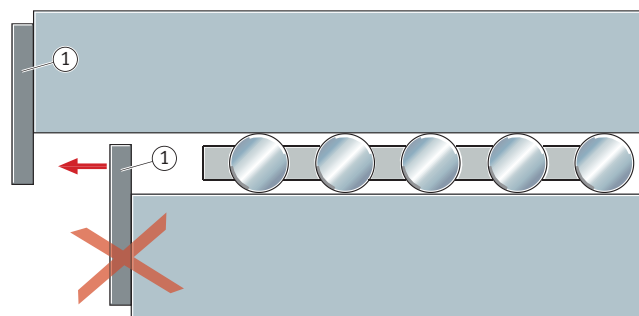
Pro Käfig sind zwei Endstücke oder Abstreifer zu montieren. Ist dies nicht möglich, so müssen Teile der Anschlusskonstruktion die Funktion der Endstücke erfüllen.



Durch die Kollisionsgefahr ist die Anordnung von Endstücken oder Abstreifern auf beiden Führungsschienen nicht zulässig.

Unter besonderen Betriebsbedingungen, wie bei wechselnden, aber über längere Zeiträume jeweils gleichbleibenden Hublängen oder Extrembelastungen in den Hubendlagen, können die normalen Endstücke die Funktion der Käfig-Positionierung nicht mehr erfüllen. Mit integrierter Zwangsführung des Käfigs lassen sich auch solche Anwendungsfälle beherrschen.

20 Unzulässige Anordnung von Endstücken oder Abstreifern



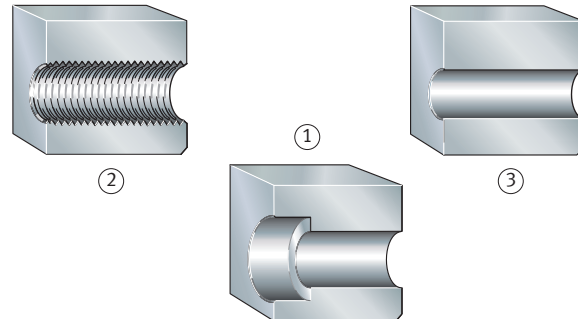
000141D1

1 Endstück oder Abstreifer

1.9.5 Befestigung der Führungsschienen

Führungsschienen werden mit Befestigungsschrauben an die Anschlusskonstruktion geschraubt. Dabei sind verschiedene Bohrungstypen der Schienen möglich. Die Ausführung des Bohrbilds ist symmetrisch oder unsymmetrisch wählbar.

21 Bohrungstypen



00015A46

1	B15	2	B03
3	B10		

1.9.5.1 Einsatzmuttern

Bevorratete Führungsschienen der Baureihen M und V in Normlängen haben den Bohrungstyp B15. Durch den Einsatz von Einsatzmuttern ESM können diese Schienen analog zum Bohrungstyp B03 verschraubt werden.

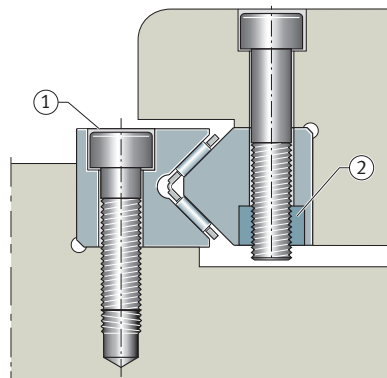
Die Einsatzmuttern müssen getrennt bestellt werden.



Einsatzmuttern liegen der Lieferung lose bei und müssen in die Senkung eingeklebt werden.

Zur Befestigung dürfen nur Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 verwendet werden.

22 Befestigung der M-Schienen und V-Schienen



00015A47

1	Bohrungstyp B15	2	Bohrungstyp B15 mit ESM
---	-----------------	---	-------------------------

1.9.6 Bohrbilder der Führungsschienen

Ohne besondere Angabe haben die Führungsschienen ein symmetrisches Bohrbild.

Auf Wunsch ist auch ein unsymmetrisches Bohrbild möglich. Dabei muss $a_L \geq a_{L \min}$ und $a_R \geq a_{R \min}$ sein.

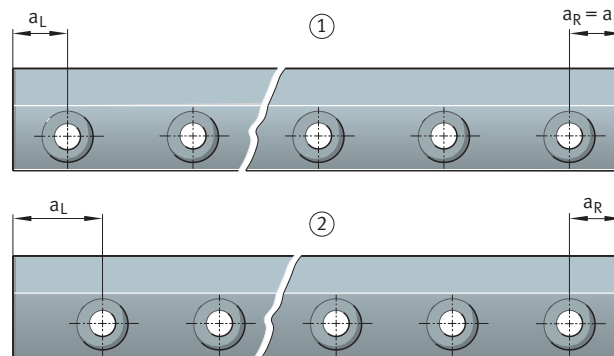
Bei symmetrischem Bohrbild entspricht $a_L = a_R$, bei unsymmetrischem Bohrbild ist $a_L \neq a_R$. Die Lage von a_L ist vom Bohrbild abhängig.



Die Lage des Abstands von a_L muss beachtet werden.

1

23 Bohrbilder

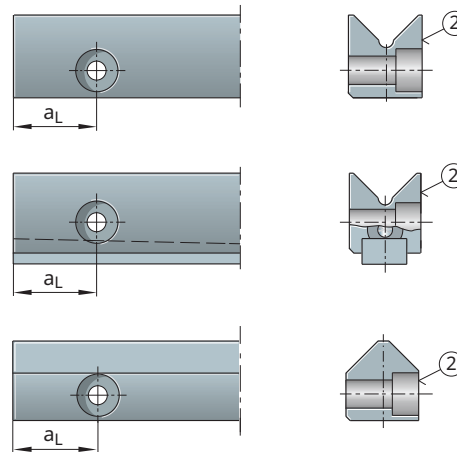


000141C9

1 Symmetrisches Bohrbild

2 Unsymmetrisches Bohrbild

24 Lage der ersten Bohrung



001CE8F4

2 Beschriftung

1.9.7 Maximale Anzahl der Teilungen

Die Anzahl der Teilungen ist der abgerundete ganzzahlige Anteil von:

$$f_{51} \quad n = \frac{l - 2 \cdot a_{L \min}}{j_L}$$

Für die Abstände a_L und a_R gilt allgemein:

$$f_{52} \quad a_L + a_R = l - n \cdot j_L$$

Bei Führungsschienen mit symmetrischem Bohrbild gilt:

§53

$$a_L = a_R = \frac{1}{2} \cdot (l - n \cdot j_L)$$

Anzahl der Bohrungen:

§54

$$x = n + 1$$

a_L	mm	Abstand vom Schienenanfang zur nächsten Bohrung
a_R	mm	Abstand vom Schienenende zur nächsten Bohrung
$a_{L \min}, a_{R \min}$	mm	Mindestwerte für a_L, a_R
j_L	mm	Abstand der Bohrungen zueinander
l	mm	Schienenlänge
n	–	max. Anzahl der Teilungen
x	–	Anzahl der Bohrungen



Bei Nichtbeachtung der Minimalwerte für a_L und a_R können die Senkbohrungen abgeschnitten werden.

1.9.8 Anforderung an die Umgebungsstruktur

Die Ablaufgenauigkeit hängt im Wesentlichen ab von der Geradheit, Genauigkeit und Steifigkeit der Passflächen und Montageflächen.

1.9.8.1 Formgenauigkeit und Lagegenauigkeit der Anschlussflächen

Je genauer und leichtgängiger die Führung sein soll, desto stärker muss auf die Formgenauigkeit und Lagegenauigkeit der Anschlussflächen geachtet werden.



Auflageflächen der Führungsschienen sollen feingeschliffen werden. Um Auflagefehler zu vermeiden, sind die Bohrungen sorgfältig zu entgraten.

1.9.8.2 Parallelität und Rechtwinkligkeit

Parallelitätsfehler der Auflageflächen sollten nicht größer sein als die der entsprechenden Führungsschienen.

Bei Anschlussteilen für M-Schienen und V-Schienen müssen die Auflageflächen und Rückenflächen rechtwinklig zueinander bearbeitet werden.



Die Abweichung darf $\pm 0,3$ mrad nicht überschreiten.

1.9.8.3 Positionstoleranzen der Befestigungsbohrungen

Für die Befestigungsbohrungen muss in der Anschlusskonstruktion eine Positionstoleranz von $\varnothing 0,2$ mm eingehalten werden.

1.9.8.4 Höhenunterschied

Für eine gleichmäßige Lastverteilung über die Länge der Wälzkörper darf der Höhenunterschied ΔH nicht überschritten werden.

Bei offener Anordnung kann der Höhenunterschied ΔH mit einer Zwischenlage auf der Loslagerseite abgestimmt oder mit der Keilschiene ML auf der Festlagerseite eingestellt werden.

Bei Nadelrollen-Flachkäfigen:

f55

$$\Delta H < 0,1 \cdot b$$

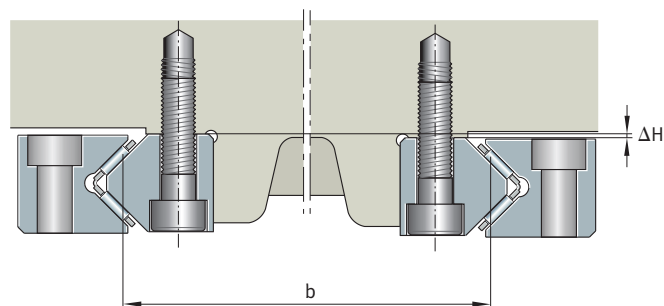
Bei Zylinderrollen-Flachkäfigen:

f56

$$\Delta H < 0,3 \cdot b$$

b	mm	Führungsabstand
ΔH	mm	zulässiger Höhenunterschied

25 Höhenunterschied bei geschlossener Ausführung



000141CA

1.10 Einbau

Flachkäfigführungen sind Präzisions-Maschinenelemente. Diese Produkte müssen vor und während der Montage sorgfältig behandelt werden. Ihr störungsfreier Lauf hängt auch von der Sorgfalt beim Einbau ab.

Die Führungsschienen sind konserviert. Maßlich aufeinander abgestimmte Teile sind gemeinsam verpackt. Werden aus Gewichtsgründen Verpackungen aus mehreren Einheiten nötig, sind diese entsprechend gekennzeichnet.

Die Flachkäfige sind konserviert und korrosionsgeschützt verpackt.

Die Verpackungen sind geschlossen zu halten und in trockenen, sauberen Räumen mit möglichst konstanter Temperatur aufzubewahren. Die relative Luftfeuchtigkeit sollte maximal 65 % betragen.

1.10.1 Entnahme der Führungsschienen

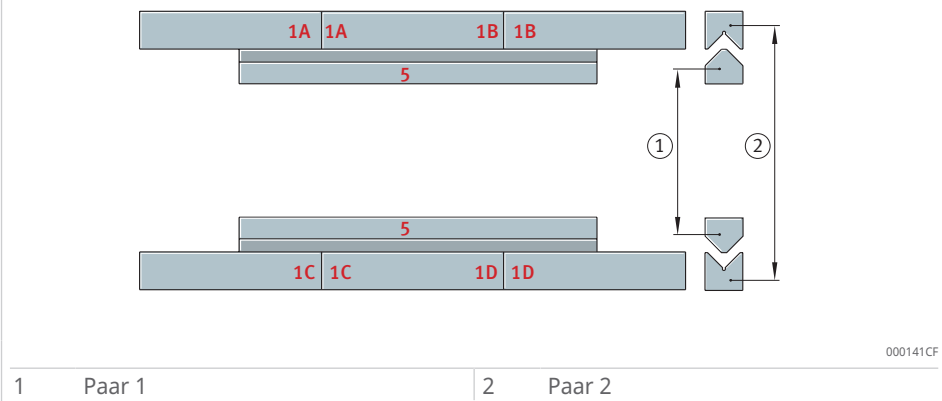
Die Schienen dürfen erst unmittelbar vor der Montage der Verpackung entnommen werden. Um sie beim Einbau vor Korrosion zu schützen, müssen sie leicht geölt werden.

Zusammensortierte Schienen werden satzweise geliefert.

Bei der Kennzeichnung ist zu beachten:

- Teile mit gleicher Satz-Nummer müssen in der gleichen Führung verbaut werden
- wenn innerhalb von Schienen mit gleicher Satz-Nummer eine weitere Zuordnung notwendig ist, sind zugehörige Teile mit gleichem Buchstaben gekennzeichnet

26 Kennzeichnung einteiliger und mehrteiliger Führungsschienen



! Bei Käfigen aus Metall, insbesondere bei längeren Käfigen, ist darauf zu achten, dass sie beim Auspacken und Montieren nicht verbogen werden.

1.10.2 Montage

Hinweise zur Montage bei geschlossener Anordnung

! Bei geschlossener Anordnung ist die Reihenfolge der Arbeitsschritte einzuhalten.

Paarweise verpackte und gleich nummerierte Führungsschienen sind nur in gleicher Führungseinheit zu montieren.

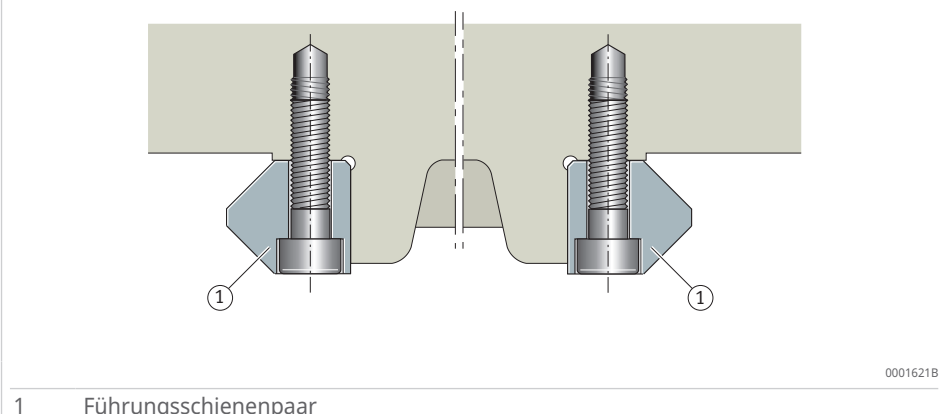
Die Auflageflächen der Schienen sind nicht beschriftet und am größeren Kantenbruch erkennbar.

Die Führungsschienen sind vor dem Festschrauben gegen die Rückenauflage zu spannen.

Vorgehensweise

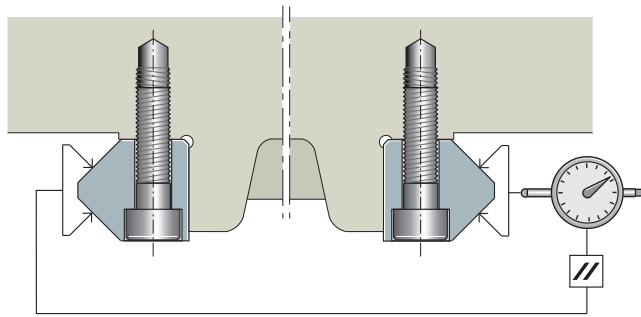
1. Festes Führungsschienenpaar am Tisch festschrauben.

27 Führungsschienenpaar montieren



2. Schienenpaar auf Parallelität kontrollieren.

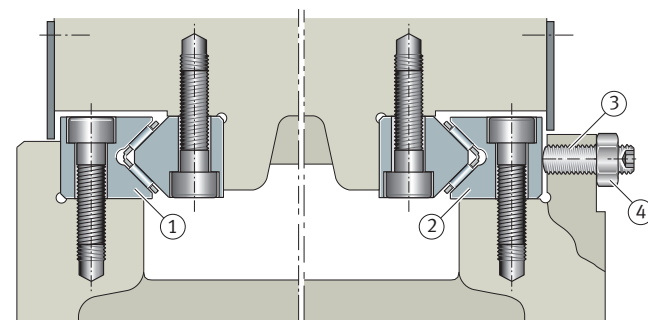
28 Parallelität prüfen



000141CD

3. Feste Gegenführungsschiene montieren.
4. Zustellführungsschiene montieren.
5. Befestigungsschrauben nicht festziehen, damit die Schiene zugestellt werden kann.
6. Führung in Längsrichtung einschieben.
7. Käfige zwischen die Führungsschienen schieben und genau positionieren.
8. Zustellführungsschiene mit Druckschrauben (oder mit Zustellkeil) auf das 2-fache des gewünschten Werts vorspannen und wieder entspannen (Vorgewinnahme von Setzerscheinungen).
9. Vorspannung auf erforderlichen Wert einstellen.
10. Befestigungsschrauben mit Anziehdrehmoment M_A festziehen.
11. Abstreifer und Endstücke montieren.

29 Geschlossene Anordnung montieren



0001621E

1	Gegenführungsschiene	2	Zustellführungsschiene
3	Druckschraube	4	Kontermutter

1.10.3 Vorspannen mit Druckschrauben

1. Druckschrauben in 2 Stufen mit dem notwendigen Anziehdrehmoment M_A festziehen.
2. Druckschrauben mit Kontermutter oder Schraubensicherung sichern.

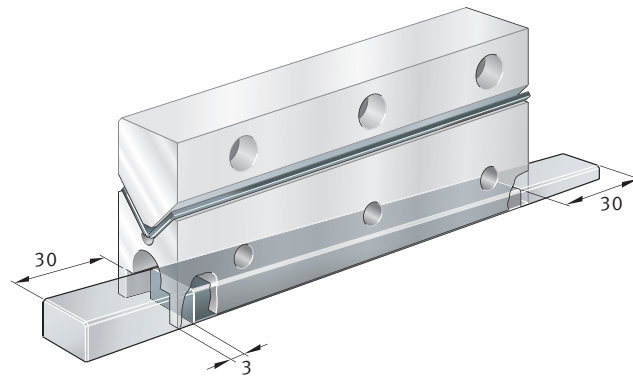


Bewegliches Teil so verschieben, dass die jeweilige Druckschraube beim Festziehen immer durch den Flachkäfig unterstützt wird.

1.10.4 Vorspannen mit Zustellkeil

1. Ungehärteten, geschliffenen Keil unter die Führungsschiene ML schieben und die Führung spielfrei einstellen.
 - › Keil ragt auf beiden Seiten der Schiene etwa 30 mm heraus.
2. Keil auf der Zustellseite der Führungsschiene so kürzen, dass er etwa 3 mm gegenüber der Stirnseite der Führungsschiene zurücksteht.
3. Keil auf der gegenüberliegenden Seite so kürzen, dass er mit dem Schienenende bündig abschließt.

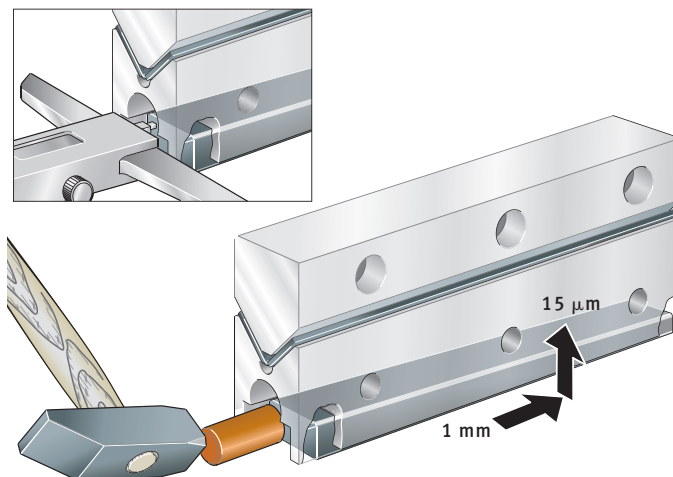
30 Keil einsetzen und kürzen



00016221

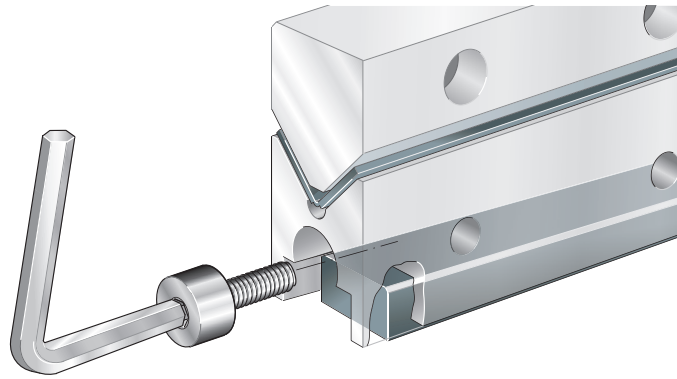
4. Keil zum Vorspannen mit einem Kupferbolzen und leichten Hammerschlägen eintreiben.
 - › Wird der Keil um 1 mm verschoben, verändert sich die Zustellung um 15 µm.
5. Vorspannung prüfen.

31 System vorspannen



00016224

6. Nach dem Einstellen die Position des Keils mit der Innensechskantschraube auf der Stirnseite der Führungsschiene fixieren.

 32 Einstellung fixieren

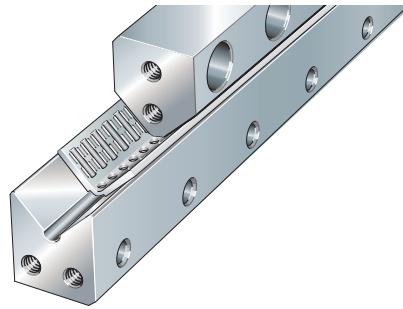
00016225

2 M-Führungsschienen und V-Führungsschienen

2.1 Produktausführung

Flachkäfigführungen bestehen aus Führungsschienen der Bauform M und V, zwischen die sehr tragfähige und steife Winkel-Flachkäfige angeordnet sind. Um hohe Lasten sicher aufzunehmen, haben die Käfige eine große Anzahl von Nadelrollen oder Zylinderrollen.

33 Flachkäfigführung mit Winkel-Flachkäfig, Bauform MV



00013A6C

Die Führungen werden als lineare Festlager eingesetzt und eignen sich sehr gut für begrenzte Hübe. Sie sind bei geringstem Bauraum sehr steif, hoch tragfähig und haben eine geringe, gleichförmige Reibung. Ihre hohe Genauigkeit bleibt während der gesamten Gebrauchsdauer gleich.

Die Führungsschienen sind aus durchgehärtetem Stahl gefertigt und haben feingeschliffene Laufbahnen und Auflageflächen. Ihre Härte beträgt mindestens 670 HV.

Unterschiedliche Bohrungstypen (B03, B10, B15) ermöglichen flexible Befestigungslösungen. Standard ist der Bohrungstyp B15.

Die Lage der ersten und letzten Befestigungsbohrung a_L und a_R hängt von der Schienenlänge ab und ist an beiden Enden einer Schiene gleich groß ►38 | 1.9.6.

Serienmäßige Gewindebohrungen an den Stirnseiten dienen zur Fixierung der Endstücke oder Abstreifer.

Die Schienen sind flexibel bis zur maximalen Standard-Fertigungslänge von 1500 mm einteilig lieferbar.

Führungsschienen über der angegebenen Maximallänge werden mehrteilig geliefert. Für mehrteilige Schienen ist die Gesamtlänge bei der Bestellung anzugeben. Einteilige Überlängen sind auf Anfrage lieferbar.

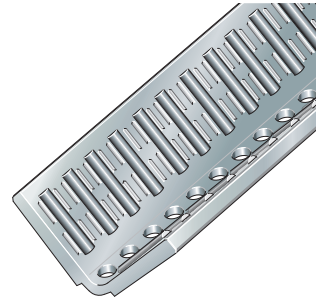
2.1.1 Winkel-Flachkäfige

Winkel-Flachkäfige sind 2-reihig, ihre Schenkel rechtwinklig zueinander angeordnet. Sie führen die Wälzkörper exakt achsparallel und halten diese mit Abstand zueinander.

Für die Nadelrollen und Zylinderrollen wird durchgehärteter Wälzlagerstahl nach DIN 17230 verwendet. Die Härte der Wälzkörper ist mindestens 670 HV, ihre Güteklasse G2.

Die Nadelrollen sind nach DIN 5402-3, ISO 3096-B gefertigt und haben ebene Stirnflächen. Ihre Enden sind profiliert. Durch die Profilierung fallen die Mantelflächen zu den Enden hin ballig ab. Das verringert Kantenspannungen an den Wälzkörperenden.

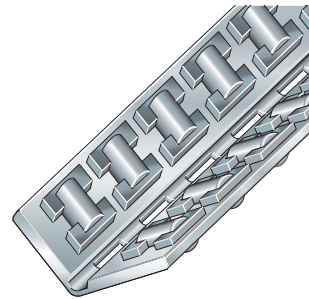
34 Nadelrollen-Flachkäfig, FFW, HW



00014086

Die Abmessungen und Toleranzen der Zylinderrollen entsprechen DIN 5402-1.

35 Zylinderrollen-Flachkäfig, HRW



00013A70

Als Käfigwerkstoff wird Metall oder Kunststoff eingesetzt.

Metallkäfige haben bei geringem Gewicht eine hohe Festigkeit. Sie eignen sich damit gut für erschwerte Bedingungen, zum Beispiel bei hohen Beschleunigungen, hohen Temperaturen und teilweise freiliegende Käfigenden.

Kunststoffkäfige sind eine kostengünstige Lösung für einfache Betriebsbedingungen.

2.1.2 Betriebstemperatur

Nadelrollen-Flachkäfige FFW sind aus Kunststoff. Der Zylinderrollen-Flachkäfig HRW hat einen Leichtmetallträger mit Kunststoffeinlage. Beide Käfig-Typen eignen sich für Temperaturen bis +120 °C. Der HW-Käfig ist aus Metall und lässt Temperaturen bis +150 °C zu.



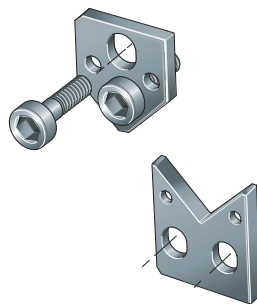
Bei Flachkäfigführungen mit Abstreifern aus Kunststoff sind die Betriebstemperaturen auf +100 °C begrenzt.

2.1.3 Endstücke, Abstreifer, Einsatzmuttern

Funktionales Zubehör sowie Längsdichtleisten zum Schutz des Wälzsystems komplettieren die Führungen.

Endstücke EM und EV sind aus Stahl und werden mit Befestigungsschrauben nach DIN 7984:2022 geliefert. Sie verhindern, dass der Käfig aus der Belastungszone wandert.

36 Endstücke EM, EV

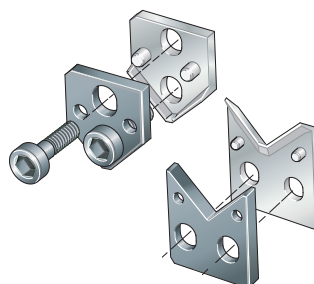


000148EF

Abstreifer EAM und EAV schützen die Laufbahnen des Wälzsystems bei normalen Betriebsbedingungen vor Verschmutzung. Sie werden aus Kunststoff gefertigt, ihre Stützplatte ist aus Stahl.

Die Abstreifer eignen sich für Temperaturen bis +100 °C und werden mit Befestigungsschrauben geliefert.

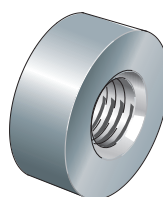
37 Abstreifer EAM, EAV



000148F0

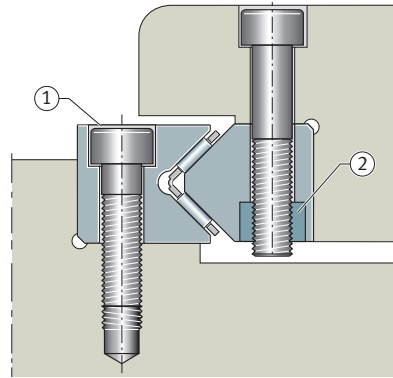
Einsatzmuttern ESM ermöglichen den Umbau des Bohrungstyps B15 (Senklochbohrung) zu einer Bohrung mit Gewinde.

38 Einsatzmutter ESM



000148F1

39 Bohrung mit Einsatzmutter



00015A47

1 Bohrungstyp B15

2 Einsatzmutter ESM

2.1.4 Ausführungsvarianten

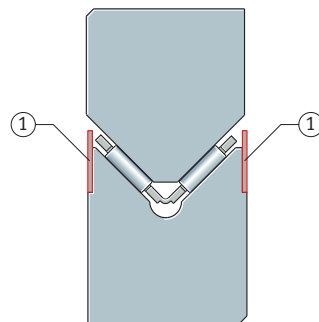
Folgende Varianten sind lieferbar:

- Führungsschienen mit eingegengter Toleranz (Nachsetzzeichen US)
- Protect A: Dünnschichtverchromte Führungsschienen für den Verschleißschutz und Korrosionsschutz (Nachsetzzeichen KD)
- Laufbahneinläufe an den Schienenenden (Nachsetzzeichen E2)
- Stirnseiten der Führungsschienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1)
- linke Stirnseite der Führungsschienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1L)
- rechte Stirnseite der Führungsschienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1R)

Auf Anfrage sind folgende Varianten lieferbar:

- Führungsschienen mit Längsdichtleisten (Spaltdichtungen oder Lippendichtungen)

40 Schiene mit Längsdichtleisten



00013A6E

1 Längsdichtleisten

7 Nachsetzezeichen

Nachsetzezeichen	Beschreibung	Ausführung
E1	Schienen ohne Bohrungen an den Stirnseiten	Standard
E1L	Linke Stirnseite der Schienen ohne Bohrungen	Standard
E1R	Rechte Stirnseite der Schienen ohne Bohrungen	Standard
E2	Laufbahneinläufe am Schienenende	Standard
KD	Beschichtung für Verschleißschutz und Korrosionsschutz	Standard
US	Schienen mit eingengter Toleranz $\pm 0,005$ für A_1 oder A_2	Standard

2.1.5 Planungsrichtlinien

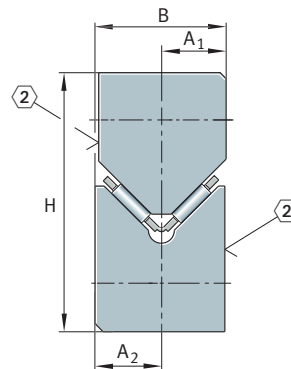
Bei geschlossener Anordnung sind für die einwandfreie Funktion immer 2 V-Schienen oder 2 M-Schienen mit den gleichen Maßen A_1 oder A_2 zu verwenden.

Schienen mit eingengter Toleranz $\pm 0,005$ für die Maße A_1 oder A_2 haben das Nachsetzeichen US. Diese Schienen können bei normalen Ansprüchen an die Genauigkeit beliebig gepaart werden.

Für höhere Ansprüche ist die Paarung nach der Kennzeichnung auf der Schiene möglich:

- Kennzeichnung US-1:
Abmaß A_1 oder A_2
- Kennzeichnung US-2:
Abmaß A_1 oder A_2

41 Standard-Toleranzen der Schienenprofile



00013AGF

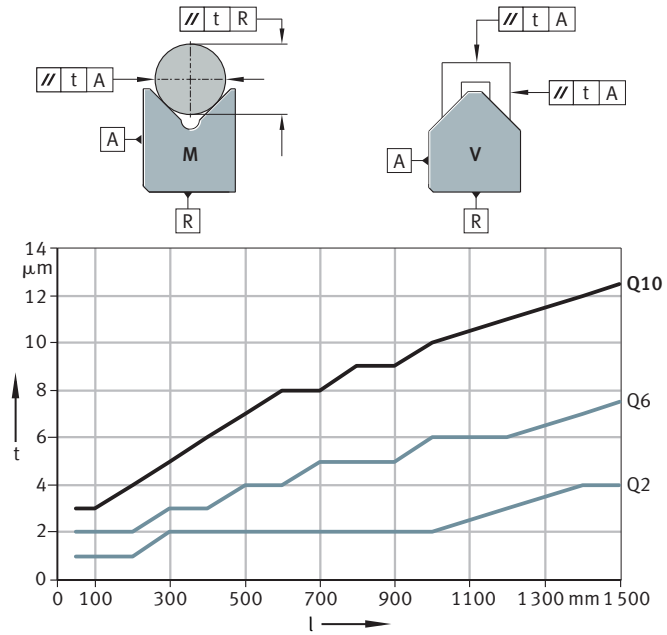
2	Beschriftung	B	Einbaubreite $A_1 + A_2$
H	Einbauhöhe		

2.1.6 Qualitätsklassen der Führungsschienen

M-Führungsschienen und V-Führungsschienen gibt es in den Qualitätsklassen Q2, Q6 und Q20. Die Standardqualität ist Q10:

- Q2 wird für höchste Anforderungen bei Präzisionsmaschinen eingesetzt, da die Qualität nur dann anzuwenden ist, wenn auch die Umgebungs-konstruktion eine entsprechend hohe Genauigkeit aufweist.
- Q6 entspricht den Anforderungen präziser Schlittenführungen im Werkzeugmaschinenbau.
- Q10 ist die Normalqualität und für alle Anforderungen im allgemeinen Maschinenbau geeignet.
- Q20 entspricht den Anforderungen im Handlingbereich.

42 Qualitätsklassen und Parallelitätstoleranzen



00014A3D

t Parallelitätstoleranz bei Differenzmessung

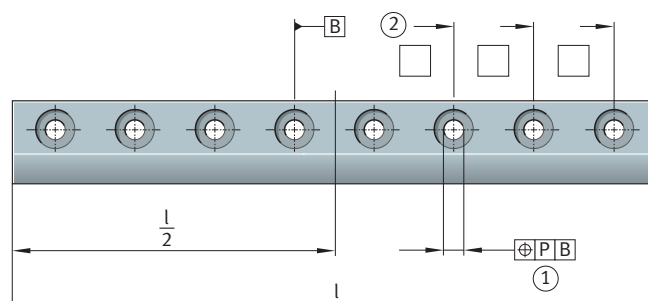
l Schienenlänge

2.1.7 Positionstoleranzen

8 Positionstoleranzen der Befestigungsbohrungen

Kurzzeichen	Positionstoleranz P mm	Schienenlänge l mm
M3015	1,05	1500
M4020	1,3	1500
M4525	1,3	1500
M5025	1,3	1500
M6035	1,8	1500
M6535	1,8	1500
M7040	2,3	1500
M8050	1,8	1500
M8550	1,8	1500

43 Positionstoleranzen des Bohrbildes



00013A6D

1 Positionstoleranz

2 Bezug B ist die Bohrung, die der Schienenmitte am nächsten liegt (angelehnt an DIN 644)

l Schienenlänge

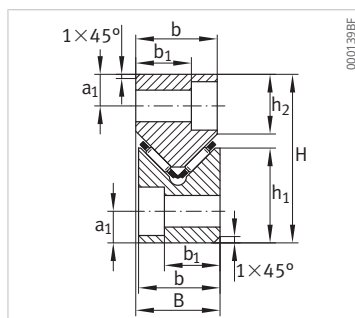
2.2 Produkttabellen

2.2.1 Erläuterungen

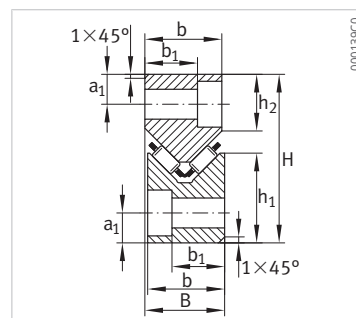
(1)	-	Bohrungen für Abstreifer, Endstück
(2)	-	Beschriftung
a ₁	mm	Anschlussmaß
a _L	mm	Abstand vom Schienenanfang zur nächsten Bohrung
a _R	mm	Abstand vom Schienenende zur nächsten Bohrung
b	mm	Anschlussmaß
b	mm	Breite des Endstücks
B	mm	Breite der Schiene
b ₁	mm	Anschlussmaß
G	-	Gewinde
G ₁	-	Befestigungsschraube
h	mm	Höhe der Einsatzmutter
H	mm	Höhe der Schiene
h ₁	mm	Anschlussmaß
h ₁	mm	Höhe des Endstücks
h ₂	mm	Anschlussmaß
h ₂	mm	Höhe des Endstücks
j _L	mm	Abstand der Bohrungen zueinander
K ₁	-	Befestigungsschraube
l	mm	Schienenlänge
N ₁	mm	Bohrungsdurchmesser
N ₂	mm	Bohrungsdurchmesser
N ₂	mm	Durchmesser der Einsatzmutter
S	mm	Abmessung
S ₁	mm	Abmessung
T ₅	mm	Gewindetiefe

2.2.2 M-Führungsschienen und V-Führungsschienen mit Winkel-Flachkäfig

2



mit Nadelrollen-Flachkäfig



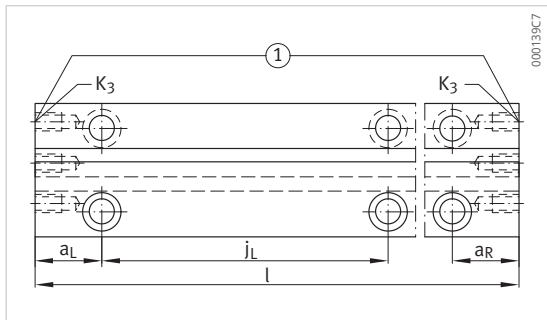
mit Zylinderrollen-Flachkäfig

Kurzzeichen	I ¹⁾	H	B	b	h ₁	h ₂	a ₁	b ₁	j _L ²⁾	a _L ³⁾	a _R ³⁾	T ₅
		-0,2	-0,1	-0,2						min.	min.	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
M3015	1500	30	15	15	15,5	-	5,5	10,3	40	15	15	15
V3015	1500	30	15	15	-	10,5	5,5	10,3	40	15	15	15
M4020	1500	40	20	20	22,25	-	7,5	13	80	15	15	20
V4020	1500	40	20	20	-	13,5	7,5	13	80	15	15	20
M4525	1500	45	25	25	22,5	-	7,5	18	80	20	20	15
V4525	1500	45	25	25	-	14	7,5	18	80	20	20	15
M5025	1500	50	25	25	27,8	-	10	18	80	20	20	15
V5025	1500	50	25	25	-	17	10	18	80	20	20	15
M6035	1500	60	35	35	34,75	-	11	25,8	100	20	20	20
V6035	1500	60	35	35	-	20	11	25,8	100	20	20	20
M6535	1500	65	35	35	33	-	11	25,8	100	20	20	20
V6535	1500	65	35	35	-	20	11	25,8	100	20	20	20
M7040	1500	70	40	40	39,75	-	13	28,8	100	20	20	25
V7040	1500	70	40	40	-	24	13	28,8	100	20	20	25
M8050	1500	80	50	50	44,75	-	14	36,8	100	20	20	30
V8050	1500	80	50	50	-	26	14	36,8	100	20	20	30
M8550	1500	85	50	50	42	-	14	36,8	100	20	20	30
V8550	1500	85	50	50	-	26	14	36,8	100	20	20	30

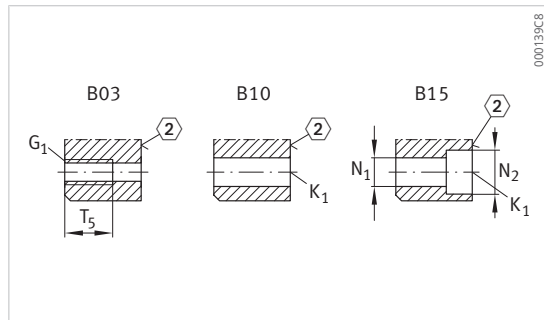
¹⁾ Überlängen auf Anfrage.

²⁾ M3015 und V3015: Für I = 100 mm bis 109 mm ist j_L = 35 mm (3 Bohrungen).
Übrige Baugrößen: Für I < j_L + a_{L min} + a_{R min} ist j_L = 50 mm.

³⁾ a_L und a_R sind von der Schienenlänge abhängig.
Die Mindest-Werte dürfen nicht unterschritten werden.



M-Schiene und V-Schiene

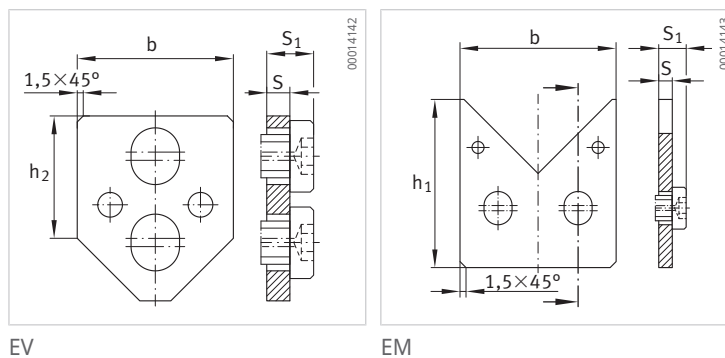


Bohrungstypen

N ₁	N ₂	K ₁	G ₁	Nadelrollenkäfig		Zylinderrollenkäfig	Endstücke		Einsatzmutter
		DIN ISO 4762-12.9		Kunststoff	Metall		ohne Abstreifer	mit Abstreifer	
mm	mm	–	–						
5,25	8,5	M4	M3	–	HW10	–	EM3015	EAM3015	ESM-M4
5,25	8,5	M4	M3	–	HW10	–	EV3015	EAV3015	ESM-M4
7,5	11,5	M6	M5	FFW2025	HW15	–	EM4020	EAM4020	ESM-M6
7,5	11,5	M6	M5	FFW2025	HW15	–	EV4020	EAV4020	ESM-M6
7,5	11,5	M6	M6	–	–	HRW50	EM4525	EAM4525	ESM-M6
7,5	11,5	M6	M6	–	–	HRW50	EV4525	EAV4525	ESM-M6
7,5	11,5	M6	M6	FFW2025	HW16	–	EM5025	EAM5025	ESM-M6
7,5	11,5	M6	M6	FFW2025	HW16	–	EV5025	EAV5025	ESM-M6
10	15	M8	M6	FFW2535	HW20	–	EM6035	EAM6035	ESM-M8
10	15	M8	M6	FFW2535	HW20	–	EV6035	EAV6035	ESM-M8
10	15	M8	M6	–	–	HRW70	EM6535	EAM6535	ESM-M8
10	15	M8	M6	–	–	HRW70	EV6535	EAV6535	ESM-M8
12,5	18,5	M10	M6	FFW3045	HW25	–	EM7040	EAM7040	ESM-M10
12,5	18,5	M10	M6	FFW3045	HW25	–	EV7040	EAV7040	ESM-M10
14	20	M12	M6	FFW3555	HW30	–	EM8050	EAM8050	ESM-M12
14	20	M12	M6	FFW3555	HW30	–	EV8050	EAV8050	ESM-M12
14	20	M12	M6	–	–	HRW100	EM8550	EAM8550	ESM-M12
14	20	M12	M6	–	–	HRW100	EV8550	EAV8550	ESM-M12

2.2.3 Endstücke

Baureihen EV, EM

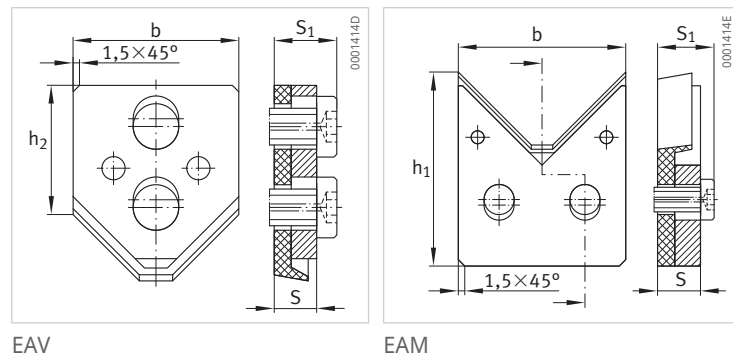


Kurzzeichen ¹⁾	b	h ₂	h ₁	S ₁	S	Führungs- schiene
	mm	mm	mm	max. mm	mm	
EV3015	13,4	10,7	–	4	2	V3015
EM3015	13,4	–	15,1	4	2	M3015
EV4020	18	14,88	–	6,5	3	V4020
EM4020	18,7	–	22,1	6,5	3	M4020
EV4525	23,1	19,44	–	7	3	V4525
EM4525	23,1	–	26,1	7	3	M4525
EV5025	23,1	17,4	–	7	3	V5025
EM5025	23,1	–	28,1	7	3	M5025
EV6035	33	20,4	–	7	3	V6035
EM6035	33	–	34	7	3	M6035
EV6535	33	26,75	–	7	3	V6535
EM6535	33	–	39	7	3	M6535
EV7040	38	25	–	7	3	V7040
EM7040	38	–	40	7	3	M7040
EV8050	48	28	–	7	3	V8050
EM8050	48	–	48	7	3	M8050
EV8550	48	37,2	–	7	3	V8550
EM8550	48	–	52,5	7	3	M8550

¹⁾ Die Endstücke werden mit Befestigungsschrauben nach DIN 7984 geliefert.

2.2.4 Abstreifer

Baureihen EAV, EAM

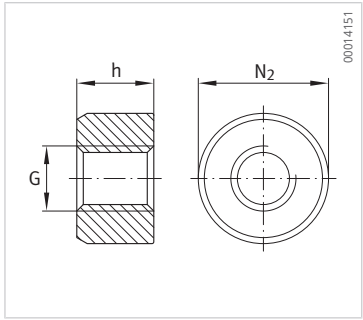


Kurzzeichen ¹⁾	b	h ₂	h ₁	S ₁ max.	S	Führungs- schiene
	mm	mm	mm	mm	mm	
EAV3015	13,4	12,9	–	6	4	V3015
EAM3015	13,4	–	17,7	6	4	M3015
EAV4020	18	16,7	–	8,5	5	V4020
EAM4020	18,7	–	24,85	8,5	5	M4020
EAV4525	23,1	21,2	–	9	5	V4525
EAM4525	23,1	–	28,8	9	5	M4525
EAV5025	23,1	19,9	–	9	5	V5025
EAM5025	23,1	–	30,8	9	5	M5025
EAV6035	33	23,7	–	9	5	V6035
EAM6035	33	–	37,4	9	5	M6035
EAV6535	33	29,3	–	9	5	V6535
EAM6535	33	–	42,4	9	5	M6535
EAV7040	38	27,7	–	9	5	V7040
EAM7040	38	–	43,7	9	5	M7040
EAV8050	48	30,5	–	9	5	V8050
EAM8050	48	–	51,5	9	5	M8050
EAV8550	48	39,7	–	9	5	V8550
EAM8550	48	–	56,5	9	5	M8550

¹⁾ Die Endstücke werden mit Befestigungsschrauben nach DIN 7984 geliefert.

2.2.5 Einsatzmutter

Baureihe ESM



ESM

Kurz- zeichen ¹⁾	G	N ₂	h	Führungsschiene					
	-0,05 -0,1								
	-	mm	mm						
ESM-M4	M4	8,5	4,3	M3015	V3015	-	-	-	-
ESM-M6	M6	11,5	6,5	M4020	V4020	M4525	V4525	M5025	V5025
ESM-M8	M8	15	8,5	M6035	V6035	M6535	V6536	-	-
ESM-M10	M10	18,5	10,5	M7040	V7040	-	-	-	-
ESM-M12	M12	20	12,5	M8050	V8050	M8550	V8550	-	-

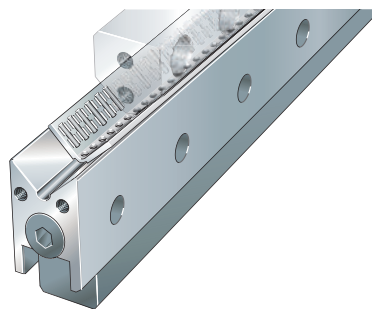
¹⁾ Einsatzmuttern getrennt bestellen.
Einsatzmuttern ESM verwenden für Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8.

3 ML-Führungsschienen und V-Führungsschienen mit Zustellkeil

3.1 Produktausführung

Flachkäfigführungen bestehen aus Führungsschienen der Bauform ML mit Zustellkeil und V, zwischen die sehr tragfähige und steife Winkel-Flachkäfige angeordnet sind. Um hohe Lasten sicher aufzunehmen, haben die Käfige eine große Anzahl von Nadelrollen.

 44 Flachkäfigführung, Bauform MLV



00013CSA

Durch den ungehärteten Zustellkeil in der ML-Schiene wird die Führung vorgespannt. Der Zustellkeil bringt die Vorspannung besonders gleichmäßig auf die ganze Länge der Führung auf. Die Steigung der Keilfläche beträgt 1,5 %. Eine Verschiebung des Keils um 1 mm verändert die Höhe um 15 µm.

Die Führungen werden als lineare Festlager eingesetzt und eignen sich sehr gut für begrenzte Hübe. Sie sind bei geringstem Bauraum sehr steif, hoch tragfähig und haben eine geringe, gleichförmige Reibung. Ihre hohe Genauigkeit bleibt während der gesamten Gebrauchsdauer gleich.

Die Führungsschienen sind aus durchgehärtetem Stahl gefertigt und haben feingeschliffene Laufbahnen und Auflageflächen. Ihre Härte beträgt mindestens 670 HV.

Unterschiedliche Bohrungstypen der ML-Führungsschiene (B03, B15) ermöglichen flexible Befestigungslösungen. Standard ist der Bohrungstyp B15.

Die Lage der ersten und letzten Befestigungsbohrung a_L und a_R hängt von der Schienenlänge ab und ist an beiden Enden einer Schiene gleich groß ►38 | 1.9.6.

Serienmäßige Gewindebohrungen an den Stirnseiten dienen zur Fixierung der Endstücke oder Abstreifer.

Die Schienen sind flexibel bis zur maximalen Standard-Fertigungslänge von 1000 mm einteilig lieferbar. Einteilige Überlängen sind auf Anfrage lieferbar.

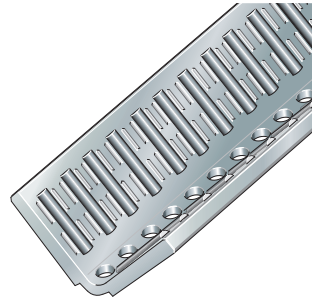
3.1.1 Winkel-Flachkäfige

Winkel-Flachkäfige sind 2-reihig, ihre Schenkel rechtwinklig zueinander angeordnet. Sie führen die Wälzkörper exakt achsparallel und halten diese mit Abstand zueinander.

Für die eingesetzten Nadelrollen wird durchgehärteter Wälzlagerstahl nach DIN 17230 verwendet. Die Härte der Wälzkörper ist mindestens 670 HV, ihre Güteklasse G2.

Nadelrollen sind nach DIN 5402-3, ISO 3096-B gefertigt und haben ebene Stirnflächen. Ihre Enden sind profiliert. Durch die Profilierung fallen die Mantelflächen zu den Enden hin ballig ab. Das verringert Kantenspannungen an den Wälzkörperenden.

45 Nadelrollen-Flachkäfig, FFW, HW



00014086

Als Käfigwerkstoff wird Metall oder Kunststoff eingesetzt.

Metallkäfige haben bei geringem Gewicht eine hohe Festigkeit. Sie eignen sich damit gut für erschwerte Bedingungen, zum Beispiel bei hohen Beschleunigungen, hohen Temperaturen und teilweise freiliegende Käfigenden.

Kunststoffkäfige sind eine kostengünstige Lösung für einfache Betriebsbedingungen.

3.1.2 Betriebstemperatur

Nadelrollen-Flachkäfige FFW sind aus Kunststoff. Dieser Käfig-Typ FFW eignet sich für Temperaturen bis +120 °C. Nadelrollen-Flachkäfige HW sind aus Metall und lassen Temperaturen bis +150 °C zu.



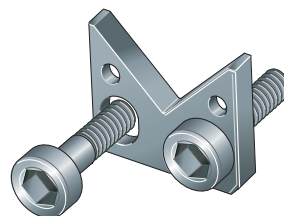
Bei Flachkäfigführungen mit Abstreifern aus Kunststoff sind die Betriebstemperaturen auf +100 °C begrenzt.

3.1.3 Endstücke, Abstreifer, Einsatzmuttern

Funktionales Zubehör sowie Längsdichtleisten zum Schutz des Wälzsystems komplettieren die Führungen.

Endstücke EML sind aus Stahl. Sie verhindern, dass der Käfig aus der Belastungszone wandert.

46 Endstücke EML

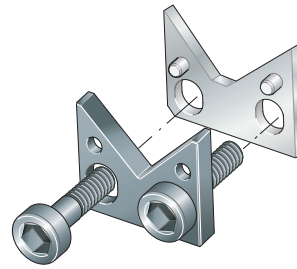


000148FA

Abstreifer EAML schützen die Laufbahnen des Wälzsystems bei normalen Betriebsbedingungen vor Schmutz. Sie werden aus Kunststoff gefertigt, die Stützplatte ist aus Stahl.

Abstreifer eignen sich für Temperaturen bis +100 °C und werden mit Befestigungsschrauben geliefert.

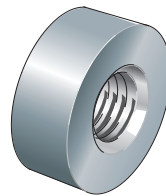
47 Abstreifer EAML



000148FB

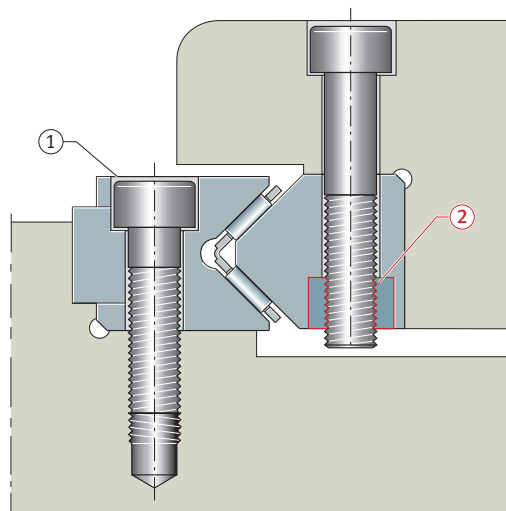
Einsatzmuttern ESM ermöglichen den Umbau des Bohrungstyps B15 (Senklochbohrung) zu einer Bohrung mit Gewinde.

48 Einsatzmutter ESM



000148F1

49 Bohrung mit Einsatzmutter



000148FC

1 Bohrungstyp B15

2 Einsatzmutter ESM

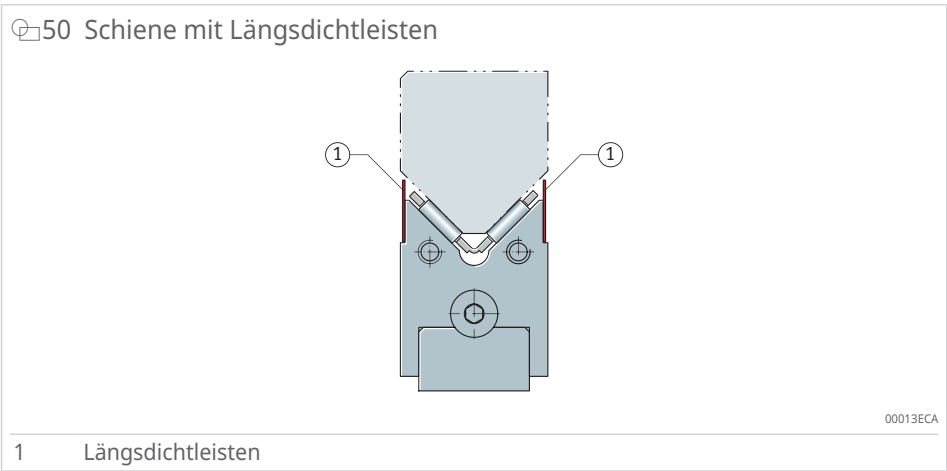
3.1.4 Ausführungsvarianten

Folgende Varianten sind lieferbar:

- Führungsschienen mit eingegengter Toleranz (Nachsetzzeichen US)
- Protect A: Dünnschichtverchromte Führungsschienen für den Verschleißschutz und Korrosionsschutz (Nachsetzzeichen KD)
- Laufbahneinläufe an den Schienenenden (Nachsetzzeichen E2)
- Stirnseiten der Führungsschienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1)
- linke Stirnseite der Führungsschienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1L)
- rechte Stirnseite der Führungsschienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1R)

Auf Anfrage sind folgende Varianten lieferbar:

- Führungsschienen mit Längsdichtleisten (Spaltdichtungen oder Lippendichtungen)



9 Nachsetzzeichen

Nachsetzzeichen	Beschreibung	Ausführung
E1	Schienen ohne Bohrungen an den Stirnseiten	Standard
E1L	Linke Stirnseite der Schienen ohne Bohrungen	Standard
E1R	Rechte Stirnseite der Schienen ohne Bohrungen	Standard
E2	Laufbahneinläufe am Schienenende	Standard
KD	Beschichtung für Verschleißschutz und Korrosionsschutz	Standard
US	Schienen mit eingegengter Toleranz $\pm 0,005$ für A ₁ oder A ₂	Standard

3.1.5 Planungsrichtlinien

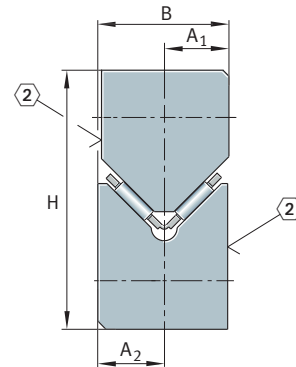
Bei geschlossener Anordnung sind für die einwandfreie Funktion immer 2 V-Schienen oder 1 ML-Schienen und 1 M-Schiene mit den gleichen Maßen A₁ oder A₂ zu verwenden.

Schienen mit eingegengter Toleranz $\pm 0,005$ für die Maße A₁ oder A₂ haben das Nachsetzzeichen US. Diese Schienen können bei normalen Ansprüchen an die Genauigkeit beliebig gepaart werden.

Für höhere Ansprüche ist die Paarung nach der Kennzeichnung auf der Schiene möglich:

- Kennzeichnung US-1:
Abmaß A_1 oder A_2
- Kennzeichnung US-2:
Abmaß A_1 oder A_2

51 Standard-Toleranzen der Schienenprofile



00013A6F

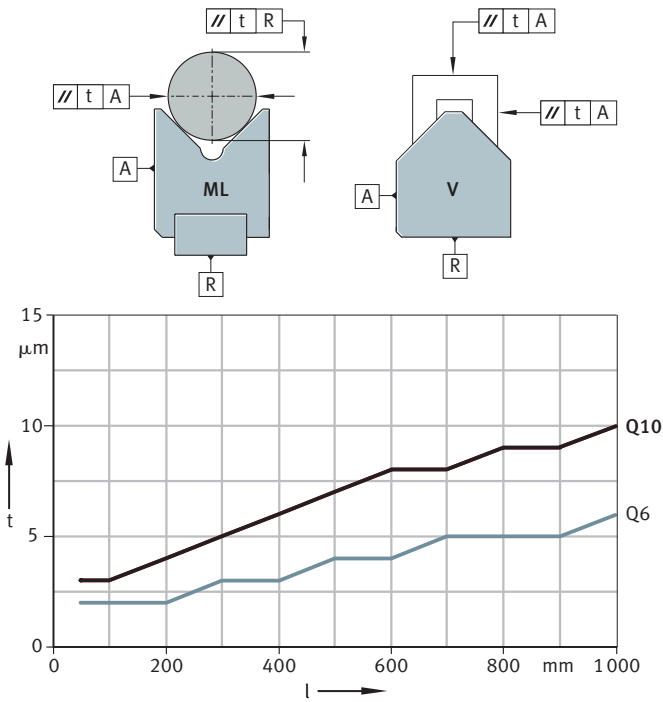
2	Beschriftung	B	Einbaubreite $A_1 + A_2$
H	Einbauhöhe		

3.1.6 Qualitätsklassen der Führungsschienen

ML-Führungsschienen und V-Führungsschienen gibt es in den Qualitätsklassen Q6 und Q10:

- Q6 entspricht den Anforderungen präziser Schlittenführungen im Werkzeugmaschinenbau.
- Q10 ist die Normalqualität und für alle Anforderungen im allgemeinen Maschinenbau geeignet.

52 Qualitätsklassen und Parallelitätstoleranzen



00014A3B

t Parallelitätstoleranz bei Differenzmessung

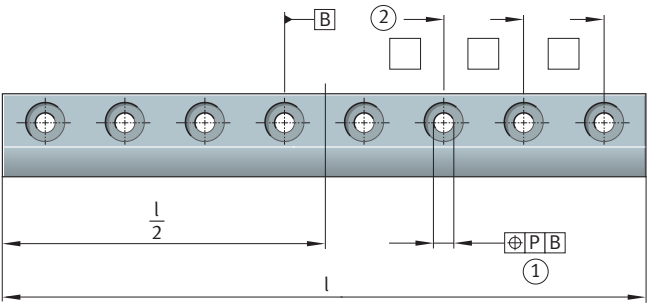
l Schienenlänge

3.1.7 Positionstoleranzen

10 Positionstoleranzen der Befestigungsbohrungen

Kurzzeichen	Positionstoleranz P	Schienenlänge l
	mm	mm
ML5020	1,3	300
ML5520	1,3	600
ML5525	1,3	250
ML6025	1,3	500
ML6525	1,3	750
ML7025	1,3	1000
ML7035	1,8	500
ML8035	1,8	1000
ML8040	2,3	500
ML9040	2,3	1000
ML9050	1,8	500
ML10050	1,8	1000

53 Positionstoleranzen des Bohrbildes



00013A6D

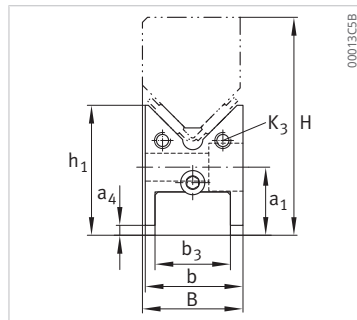
1	Positionstoleranz	2	Bezug B ist die Bohrung, die der Schienenmitte am nächsten liegt (angelehnt an DIN 644)
l	Schienenlänge		

3.2 Produkttabellen

3.2.1 Erläuterungen

(1)	-	Bohrungen für Abstreifer, Endstück
(2)	-	Beschriftung
a ₁	mm	Anschlussmaß
a ₄	mm	Anschlussmaß
a ₅	mm	Anschlussmaß
a _L	mm	Abstand vom Schienenanfang zur nächsten Bohrung
a _R	mm	Abstand vom Schienenende zur nächsten Bohrung
b	mm	Anschlussmaß
b	mm	Breite des Endstücks
B	mm	Breite der Schiene
b ₁	mm	Anschlussmaß
b ₃	mm	Anschlussmaß
G	-	Gewinde
G ₁	-	Befestigungsschraube
h	mm	Höhe der Einsatzmutter
H	mm	Höhe der Schiene
h ₁	mm	Anschlussmaß
h ₁	mm	Höhe des Endstücks
j _L	mm	Abstand der Bohrungen zueinander
K ₁	-	Befestigungsschraube
l	mm	Schienenlänge
N ₁	mm	Bohrungsdurchmesser
N ₂	mm	Bohrungsdurchmesser
N ₂	mm	Durchmesser der Einsatzmutter
S	mm	Abmessung
S ₁	mm	Abmessung
T ₅	mm	Gewindetiefe

3.2.2 ML-Führungsschienen mit Zustellkeil und Winkel-Flachkäfig



ML

Kurzzeichen	l ¹⁾		H ²⁾	B	b	h1 ²⁾	a1	b1	b3	a4	jL ³⁾	aL ⁴⁾		T5
	min.	max.										min.	min.	
	mm	mm										mm	mm	
ML5020	100	300	50	20	20	32,5	17,5	13	15	5,5	80	30	15	20
ML5520	301	600	55	20	20	37,5	22,5	13	15	6	80	30	15	20
ML5525	100	250	55	25	25	32,5	15	18	20	2,5	80	30	20	15
ML6025	251	500	60	25	25	37,5	20	18	20	3,5	80	30	20	15
ML6525	501	750	65	25	25	42,5	25	18	20	5	80	30	20	15
ML7025	751	1000	70	25	25	47,5	30	18	20	6,5	80	30	20	15
ML7035	100	500	70	35	35	45	21	25,8	25	3	100	32	20	20
ML8035	501	1000	80	35	35	55	31	25,8	25	5	100	32	20	20
ML8040	100	500	80	40	40	50	23	28,8	30	3	100	32	20	25
ML9040	501	1000	90	40	40	60	33	28,8	30	5	100	32	20	25
ML9050	100	500	90	50	50	55	24	36,8	40	3	100	32	20	30
ML10050	501	1000	100	50	50	65	34	36,8	40	5	100	32	20	30

¹⁾ Überlängen auf Anfrage.

²⁾ Die verschiedenen Seitenhöhen H und h₁ eines Profils sind durch die von der Keillänge abhängigen Keilhöhen bedingt.
Einstellbereich für H: -0,5 mm bis +0,3 mm.

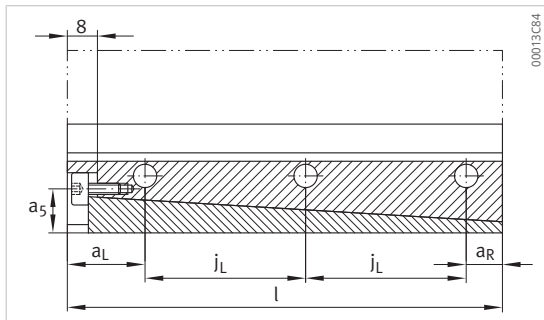
³⁾ Für die Länge $l < j_L + a_{L\min} + a_{R\min}$ ist $j_L = 50$ mm.

⁴⁾ a_L ist immer auf der Seite des Zustellkeils. Die Endabstände a_L und a_R sind von der Schienenlänge abhängig. Die Mindest-Werte dürfen nicht unterschritten werden.

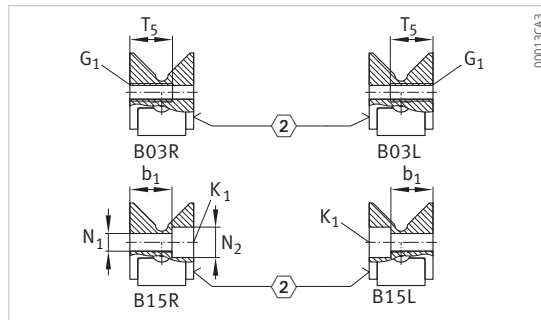
Es gilt bei $l - \Sigma \cdot j_L < 2 \cdot a_{L\min}$ ist $a_R < a_{L\min}$ bis $a_R = a_{R\min}$

oder bei $l - \Sigma \cdot j_L \leq 2 \cdot a_{L\min}$ ist $a_L = a_R$.

Im Gegensatz zu M-Führungsschienen und V-Führungsschienen gilt für die Baureihe ML, dass die Asymmetrie von a_L und a_R nicht extra angegeben wird.



ML

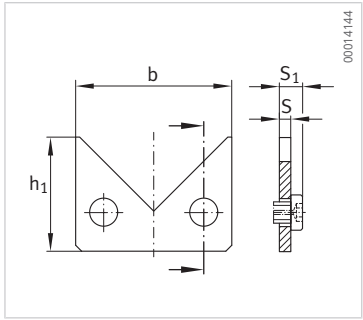


Bohrungstypen

N1	N2	a5	K1 DIN 912-8.8	G1	Führungs- schiene	Winkel-Flachkäfige		Endstücke		Einsatz- mutter
						Kunst- stoff	Metall	ohne Abstreifer	mit Abstreifer	
mm	mm	mm	-	-						
7,5	11,5	15	M6	M4	V4020	FFW2025	HW15	EML20	EAML20	ESM-M6
7,5	11,5	20	M6	M4	V4020	FFW2025	HW15	EML20	EAML20	ESM-M6
7,5	11,5	11,5	M6	M5	V5025	FFW2025	HW16	EML25	EAML25	ESM-M6
7,5	11,5	16,5	M6	M5	V5025	FFW2025	HW16	EML25	EAML25	ESM-M6
7,5	11,5	21,5	M6	M5	V5025	FFW2025	HW16	EML25	EAML25	ESM-M6
7,5	11,5	26,5	M6	M5	V5025	FFW2025	HW16	EML25	EAML25	ESM-M6
10	15	15,5	M8	M6	V6035	FFW2535	HW20	EML35	EAML35	ESM-M8
10	15	25,5	M8	M6	V6035	FFW2535	HW20	EML35	EAML35	ESM-M8
12,5	18,5	16	M10	M6	V7040	FFW3045	HW25	EML40	EAML40	ESM-M10
12,5	18,5	26	M10	M6	V7040	FFW3045	HW25	EML40	EAML40	ESM-M10
14	20	15,5	M12	M6	V8050	FFW3555	HW30	EML40	EAML40	ESM-M12
14	20	25,5	M12	M6	V8050	FFW3555	HW30	EML40	EAML40	ESM-M12

3.2.3 Endstück

Baureihe EML



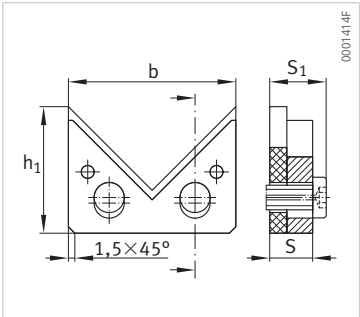
EML

Kurzzeichen ¹⁾	b	h ₁	S ₁	S	Führungsschiene	
			max.			
	mm	mm	mm	mm		
EML20	19	12	6,5	3	ML5020	ML5520
EML25	24	15	6,5	3	ML5525	ML7025
EML35	34	23	6,5	3	ML7035	ML8035
EML40	39	28,5	6,5	3	ML8040	ML9040
EML50	49	35	6,5	3	ML9050	ML10050

¹⁾ Die Endstücke werden mit Befestigungsschrauben nach DIN 7984 geliefert.

3.2.4 Abstreifer

Baureihe EAML



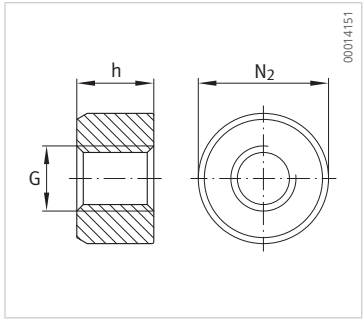
EAML

Kurzzeichen ¹⁾	b	h ₁	S ₁	S	Führungsschiene	
			max.			
	mm	mm	mm	mm		
EAML20	19	14	8	5	ML5020	ML5520
EAML25	24	18,4	8,5	5	ML5525	ML7025
EAML35	34	25,7	8,5	5	ML7035	ML8035
EAML40	39	31,2	8,5	5	ML8040	ML9040
EAML50	49	39,6	8,5	5	ML9050	ML10050

¹⁾ Die Endstücke werden mit Befestigungsschrauben nach DIN 7984 geliefert.

3.2.5 Einsatzmutter

Baureihe ESM



ESM

Kurz- zeichen ¹⁾	G	N ₂	h	Führungsschiene					
		-0,05 -0,1							
	-	mm	mm						
ESM-M6	M6	11,5	6,5	ML5020	ML5520	ML5525	ML6025	ML6525	ML7025
ESM-M8	M8	15	8,5	ML7035	ML8035	-	-	-	-
ESM-M10	M10	18,5	10,5	ML8040	ML9040	-	-	-	-
ESM-M12	M12	20	12,5	ML9050	ML10050	-	-	-	-

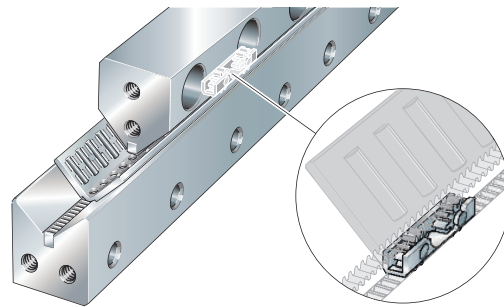
¹⁾ Einsatzmuttern getrennt bestellen.
Einsatzmuttern ESM verwenden für Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8.

4 M-Führungsschienen und V-Führungsschienen mit Käfig-Zwangsführung

4.1 Produktausführung

Flachkäfigführungen bestehen aus Führungsschienen der Bauform M und V, zwischen die sehr tragfähige und steife Winkel-Flachkäfige mit einer integrierten Zahnradereinheit angeordnet sind. Zur Zwangsführung des Käfigs hat die V-Schiene eine Zahnstange. Die Käfige nehmen durch die große Anzahl der Nadelrollen hohe Lasten sicher auf.

54 Flachkäfigführung mit Winkel-Flachkäfig, Zahnstange und Zahnradereinheit, Bauform MVZ



000140DF

Führungsschienen mit Käfig-Zwangsführung werden verwendet, wenn die Gefahr des Käfigwanderns besteht, etwa bei Konstruktionen mit ungleichmäßiger Steifigkeit im Führungsbereich oder wenn die Endlagen nicht regelmäßig angefahren werden.

Die Führungen werden als lineare Festlager eingesetzt und eignen sich sehr gut für begrenzte Hübe. Sie sind bei geringstem Bauraum sehr steif, hoch tragfähig und haben eine geringe, gleichförmige Reibung. Ihre hohe Genauigkeit bleibt während der gesamten Gebrauchsdauer gleich.

Die Führungsschienen sind aus durchgehärtetem Stahl gefertigt und haben feingeschliffene Laufbahnen und Auflageflächen. Ihre Härte beträgt mindestens 670 HV. Die Zahnstange ist ungehärtet. Die Anschlussmaße der Schienen entsprechen denen der Führungsschienen M und V.

Unterschiedliche Bohrungstypen (B03, B10, B15) ermöglichen flexible Befestigungslösungen. Standard ist der Bohrungstyp B15.

Die Lage der ersten und letzten Befestigungsbohrung a_L und a_R hängt von der Schienenlänge ab und ist an beiden Enden einer Schiene gleich groß ►38 | 1.9.6.

Serienmäßige Gewindebohrungen an den Stirnseiten dienen zur Fixierung der Endstücke oder Abstreifer.

Die Schienen sind flexibel bis zur maximalen Standard-Fertigungslänge von 1500 mm einteilig lieferbar. Einteilige Überlängen sind auf Anfrage lieferbar.

MVZ-Führungen werden nur satzweise geliefert, das heißt, jeweils 2 M-Schienen und V-Schienen mit 2 Winkel-Flachkäfigen. M-Führungsschienen und V-Führungsschienen mit Käfig-Zwangsführung werden auf Anfrage geliefert.

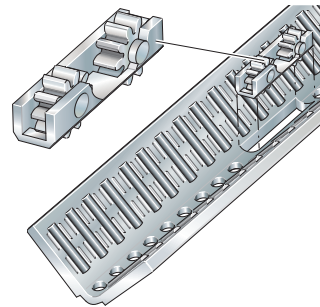
4.1.1 Winkel-Flachkäfige

Winkel-Flachkäfige sind 2-reihig, ihre Schenkel rechtwinklig zueinander angeordnet. Sie werden durch eine integrierte Zahnradereinheit zwangsgeführt.

Für die eingesetzten Nadelrollen wird durchgehärteter Wälzlagerstahl nach DIN 17230 verwendet. Die Härte der Wälzkörper ist mindestens 670 HV, ihre Güteklasse G2.

Nadelrollen sind nach DIN 5402-3, ISO 3096-B gefertigt und haben ebene Stirnflächen. Ihre Enden sind profiliert. Durch die Profilierung fallen die Mantelflächen zu den Enden hin ballig ab. Das verringert Kantenspannungen an den Wälzkörperenden.

55 Nadelrollen-Flachkäfig mit integrierter Zahnradereinheit, HW



000140EO

Als Käfigwerkstoff wird Metall oder Kunststoff eingesetzt.

Metallkäfige haben bei geringem Gewicht eine hohe Festigkeit. Sie eignen sich damit gut für erschwerte Bedingungen, zum Beispiel bei hohen Beschleunigungen, hohen Temperaturen und teilweise freiliegende Käfigenden.

4.1.2 Betriebstemperatur

Nadelrollen-Flachkäfige mit Zahnradereinheit sind aus Metall und lassen Temperaturen bis +150 °C zu.



Bei Flachkäfigführungen mit Abstreifern aus Kunststoff sind die Betriebstemperaturen auf +100 °C begrenzt.

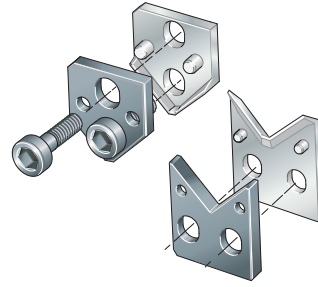
4.1.3 Abstreifer, Einsatzmuttern

Funktionales Zubehör komplettiert die Führungen.

Abstreifer EAM und EAV schützen die Laufbahnen des Wälzsystems bei normalen Betriebsbedingungen vor Schmutz. Sie werden aus Kunststoff gefertigt, ihre Stützplatte ist aus Stahl.

Abstreifer eignen sich für Temperaturen bis +100 °C und werden mit Befestigungsschrauben geliefert.

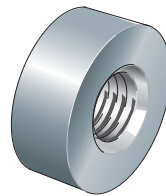
56 Abstreifer EAM, EAV



000148F0

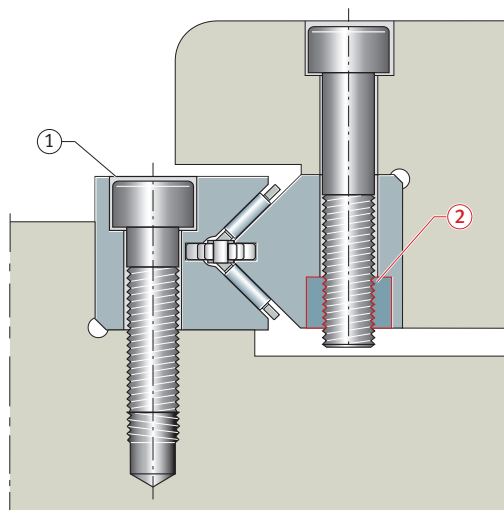
Einsatzmuttern ESM ermöglichen den Umbau des Bohrungstyps B15 (Senklochbohrung) zu einer Bohrung mit Gewinde.

57 Einsatzmutter ESM



000148F1

58 Bohrung mit Einsatzmutter



00014A4E

1 Bohrungstyp B15

2 Einsatzmutter ESM

4.1.4 Ausführungsvarianten

Folgende Varianten sind lieferbar:

- Führungsschienen mit eingegengter Toleranz (Nachsetzzeichen US)
- Protect A: Dünnschichtverchromte Führungsschienen für den Verschleißschutz und Korrosionsschutz (Nachsetzzeichen KD)
- Laufbahneinläufe an den Schienenenden (Nachsetzzeichen E2)
- Stirnseiten der Führungsschienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1)
- linke Stirnseite der Führungsschienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1L)
- rechte Stirnseite der Führungsschienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1R)

11 Nachsetzzeichen

Nachsetzzeichen	Beschreibung	Ausführung
E1	Schienen ohne Bohrungen an den Stirnseiten	Standard
E1L	Linke Stirnseite der Schienen ohne Bohrungen	Standard
E1R	Rechte Stirnseite der Schienen ohne Bohrungen	Standard
E2	Laufbahneinläufe am Schienenende	Standard
KD	Beschichtung für Verschleißschutz und Korrosionsschutz	Standard
US	Schienen mit eingegengter Toleranz $\pm 0,005$ für A ₁ oder A ₂	Standard

4.1.5 Planungsrichtlinien

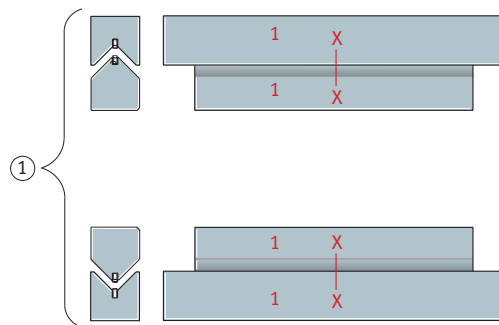
Die Führungsschienen sind satzweise zu montieren, dabei ist jeweils die Satz-Nummer zu beachten.



Eine falsche Relativposition zwischen den Führungsschienen und dem Flachkäfig kann dazu führen, dass der Käfig mit den Abstreifern oder Anschlussstellen kollidiert. Deshalb unbedingt Markierung x-x zur Kennzeichnung der richtigen Relativposition von Führungsschienen und Flachkäfigen in Hubmittellage beachten.

Beim Einbau ist immer die richtige Relativposition zwischen der Führungsschiene und dem Flachkäfig sicherzustellen.

59 Kennzeichnung der Schienenprofile und Käfige



00014B14

1 Satz

x-x Kennzeichnung

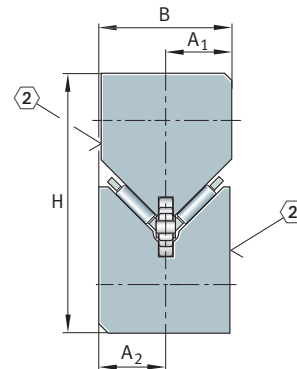
Bei geschlossener Anordnung sind für die einwandfreie Funktion immer 2 V-Schienen oder zwei M-Schienen mit den gleichen Maßen A₁ oder A₂ zu verwenden.

Schienen mit eingetragter Toleranz $\pm 0,005$ für die Maße A_1 oder A_2 haben das Nachsetzzeichen US. Diese Schienen können bei normalen Ansprüchen an die Genauigkeit beliebig gepaart werden.

Für höhere Ansprüche ist die Paarung nach der Kennzeichnung auf der Schiene möglich:

- Kennzeichnung US-1:
Abmaß A_1 oder A_2
- Kennzeichnung US-2:
Abmaß A_1 oder A_2

60 Standard-Toleranzen der Schienenprofile



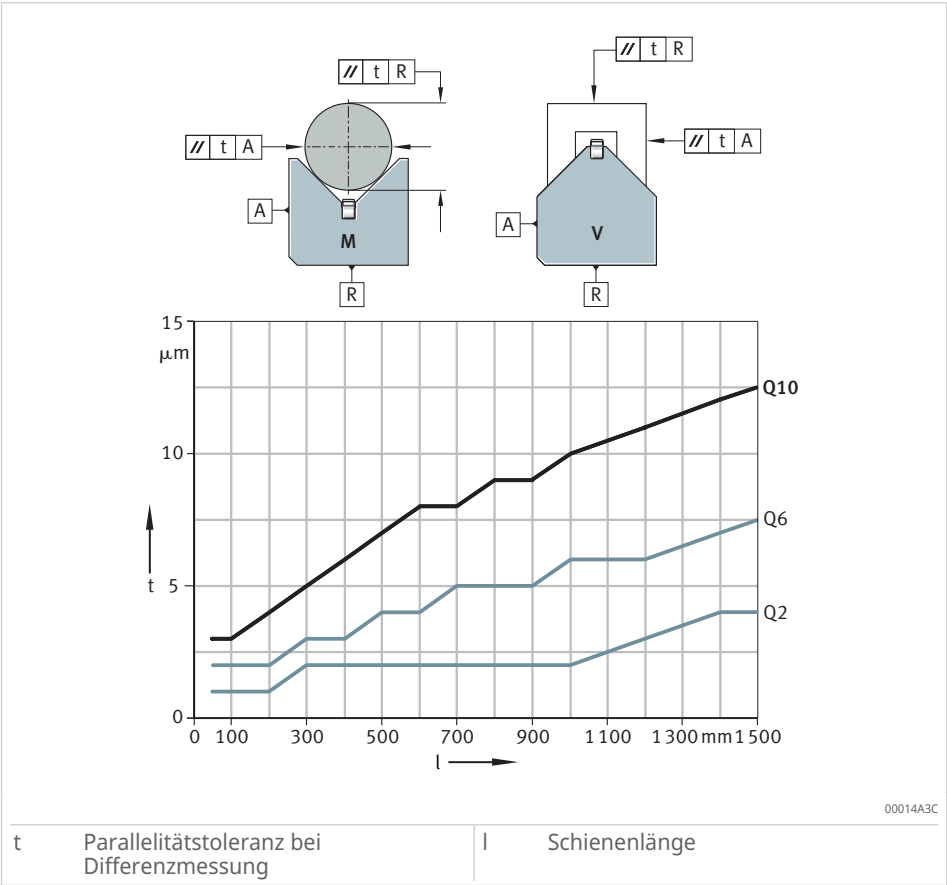
000140DB

2	Beschriftung	B	Einbaubreite $A_1 + A_2$
H	Einbauhöhe		

4.1.6 Qualitätsklassen der Führungsschienen

M-Führungsschienen und V-Führungsschienen gibt es in den Qualitätsklassen Q2, Q6 und Q10:

- Q2 wird für höchste Anforderungen bei Präzisionsmaschinen eingesetzt, da die Qualität nur dann anzuwenden ist, wenn auch die Umgebungs-konstruktion eine entsprechend hohe Genauigkeit aufweist.
- Q6 entspricht den Anforderungen präziser Schlittenführungen im Werkzeugmaschinenbau.
- Q10 ist die Normalqualität und für alle Anforderungen im allgemeinen Maschinenbau geeignet.

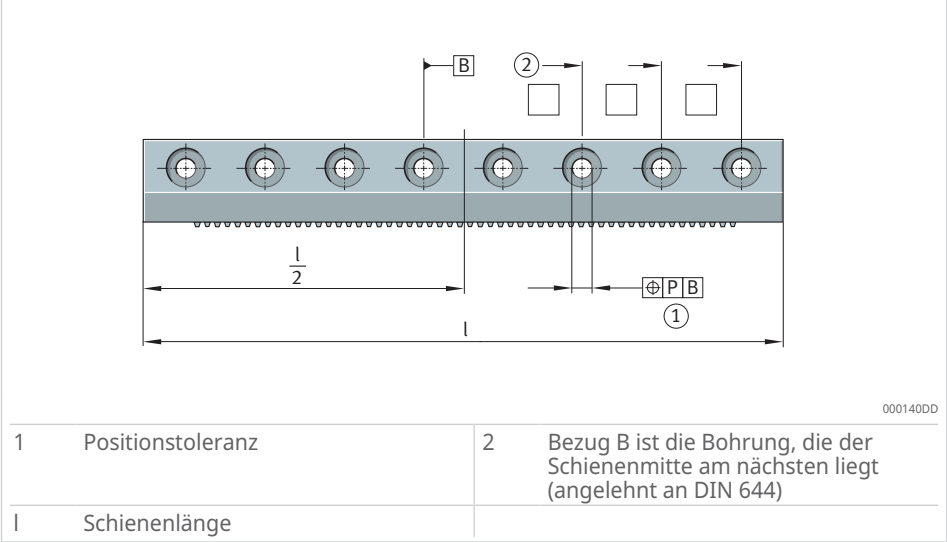


4.1.7 Positionstoleranzen

12 Positionstoleranzen der Befestigungsbohrungen

Kurzzeichen	Positionstoleranz P	Schienenlänge l
	mm	mm
M3015	1,05	1500
M4020	1,3	1500
M5025	1,3	1500
M6035	1,8	1500
M7040	2,3	1500
M8050	1,8	1500

61 Positionstoleranzen des Bohrbildes

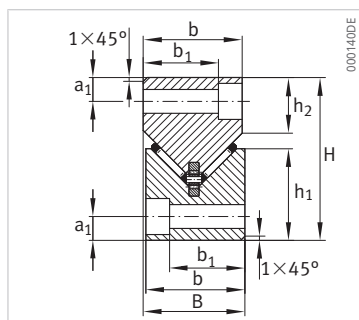


4.2 Produkttabellen

4.2.1 Erläuterungen

(1)	-	Bohrungen für Abstreifer, Endstück
(2)	-	Beschriftung
a ₁	mm	Anschlussmaß
a _L	mm	Abstand vom Schienenanfang zur nächsten Bohrung
a _R	mm	Abstand vom Schienenende zur nächsten Bohrung
b	mm	Anschlussmaß
b	mm	Breite des Endstücks
B	mm	Breite der Schiene
b ₁	mm	Anschlussmaß
G	-	Gewinde
G ₁	-	Befestigungsschraube
h	mm	Höhe der Einsatzmutter
H	mm	Höhe der Schiene
h ₁	mm	Anschlussmaß
h ₁	mm	Höhe des Endstücks
h ₂	mm	Anschlussmaß
h ₂	mm	Höhe des Endstücks
j _L	mm	Abstand der Bohrungen zueinander
K ₁	-	Befestigungsschraube
l	mm	Schienenlänge
N ₁	mm	Bohrungsdurchmesser
N ₂	mm	Bohrungsdurchmesser
N ₂	mm	Durchmesser der Einsatzmutter
S	mm	Abmessung
S ₁	mm	Abmessung
T ₅	mm	Gewindetiefe

4.2.2 M-Führungsschienen und V-Führungsschienen mit integrierter Zahnstange zur Käfig-Zwangsführung



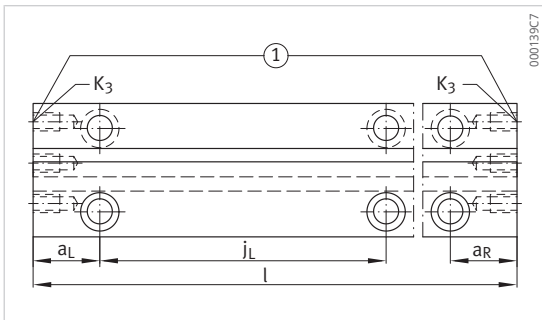
MVZ

Kurz- zeichen	l ¹⁾	H	B	b	h ₁	h ₂	a ₁	b ₁	j _L ²⁾	a _L ³⁾	a _R ³⁾	T ₅
		-0,2	-0,1	-0,2						min.	min.	min.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
M3015	1500	30	15	15	15,5	–	5,5	10,3	40	15	15	15
V3015	1500	30	15	15	–	10,5	5,5	10,3	40	15	15	15
M4020	1500	40	20	20	22,25	–	7,5	13	80	15	15	20
V4020	1500	40	20	20	–	13,5	7,5	13	80	15	15	20
M5025	1500	50	25	25	27,8	–	10	18	80	20	20	15
V5025	1500	50	25	25	–	17	10	18	80	20	20	15
M6035	1500	60	35	35	34,75	–	11	25,8	100	20	20	20
V6035	1500	60	35	35	–	20	11	25,8	100	20	20	20
M7040	1500	70	40	40	39,75	–	13	28,8	100	20	20	25
V7040	1500	70	40	40	–	24	13	28,8	100	20	20	25
M8050	1500	80	50	50	44,75	–	14	36,8	100	20	20	30
V8050	1500	80	50	50	–	26	14	36,8	100	20	20	30

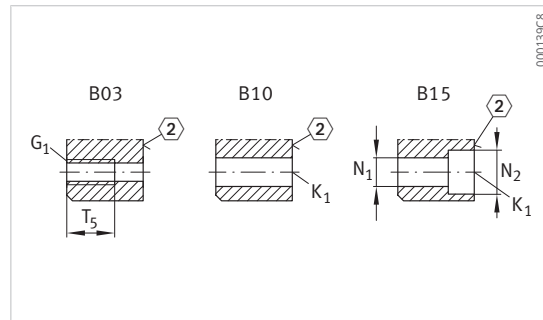
1) Überlängen auf Anfrage.

2) M3015 und V3015: Für l = 100 mm bis 109 mm ist j_L = 35 mm (3 Bohrungen).
Übrige Baugrößen: Für l < j_L + a_{L min} + a_{R min} ist j_L = 50 mm.

3) a_L und a_R sind von der Schienenlänge abhängig.
Die Mindest-Werte dürfen nicht unterschritten werden.



MVZ

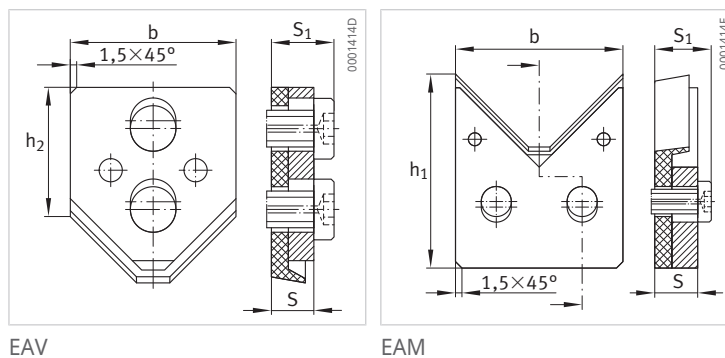


Bohrungstypen

N1	N2	K1	G1	Winkel-Flach- käfige	Endstücke mit Abstreifer	Einsatzmutter
mm	mm	DIN 912-8.8	-			
5,25	8,5	M4	M3	HW10	EAM3015	ESM-M4
5,25	8,5	M4	M3	HW10	EAV3015	ESM-M4
7,5	11,5	M6	M5	HW15	EAM4020	ESM-M6
7,5	11,5	M6	M5	HW15	EAV4020	ESM-M6
7,5	11,5	M6	M6	HW16	EAM5025	ESM-M6
7,5	11,5	M6	M6	HW16	EAV5025	ESM-M6
10	15	M8	M6	HW20	EAM6035	ESM-M8
10	15	M8	M6	HW20	EAV6035	ESM-M8
12,5	18,5	M10	M6	HW25	EAM7040	ESM-M10
12,5	18,5	M10	M6	HW25	EAV7040	ESM-M10
14	20	M12	M6	HW30	EAM8050	ESM-M12
14	20	M12	M6	HW30	EAV8050	ESM-M12

4.2.3 Abstreifer

Baureihen EAV, EAM

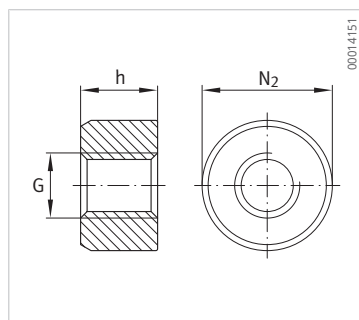


Kurzzeichen ¹⁾	b	h ₂	h ₁	S ₁	S	Führungs- schiene
	mm	mm	mm	max. mm	mm	
EAV3015	13,4	12,9	–	6	4	V3015
EAM3015	13,4	–	17,7	6	4	M3015
EAV4020	18	16,7	–	8,5	5	V4020
EAM4020	18,7	–	24,85	8,5	5	M4020
EAV4525	23,1	21,2	–	9	5	V4525
EAM4525	23,1	–	28,8	9	5	M4525
EAV5025	23,1	19,9	–	9	5	V5025
EAM5025	23,1	–	30,8	9	5	M5025
EAV6035	33	23,7	–	9	5	V6035
EAM6035	33	–	37,4	9	5	M6035
EAV6535	33	29,3	–	9	5	V6535
EAM6535	33	–	42,4	9	5	M6535
EAV7040	38	27,7	–	9	5	V7040
EAM7040	38	–	43,7	9	5	M7040
EAV8050	48	30,5	–	9	5	V8050
EAM8050	48	–	51,5	9	5	M8050
EAV8550	48	39,7	–	9	5	V8550
EAM8550	48	–	56,5	9	5	M8550

¹⁾ Die Endstücke werden mit Befestigungsschrauben nach DIN 7984 geliefert.

4.2.4 Einsatzmutter

Baureihe ESM



ESM

4

Kurz- zeichen ¹⁾	G	N ₂	h	Führungsschiene					
		-0,05 -0,1							
	-	mm	mm						
ESM-M4	M4	8,5	4,3	M3015	V3015	-	-	-	-
ESM-M6	M6	11,5	6,5	M4020	V4020	M4525	V4525	M5025	V5025
ESM-M8	M8	15	8,5	M6035	V6035	M6535	V6536	-	-
ESM-M10	M10	18,5	10,5	M7040	V7040	-	-	-	-
ESM-M12	M12	20	12,5	M8050	V8050	M8550	V8550	-	-

¹⁾ Einsatzmuttern getrennt bestellen.

Einsatzmuttern ESM verwenden für Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8.

5 Flachkäfige

5.1 Produktausführung

Flachkäfige sind 1-reihig oder 2-reihig, bestehen abhängig von der Baureihe aus Kunststoff oder Metall und verfügen über eine große Anzahl an Wälzkörpern, die in präzise gefertigten Taschen geführt werden. Die Käfige gibt es als Nadelrollen-Flachkäfig, Zylinderrollen-Flachkäfig oder Kugel-Flachkäfig.

Die Käfige weisen eine geringe Bauhöhe auf, haben bei geringem Gewicht eine hohe Steifigkeit und sind sehr tragfähig. Ihr Einsatz setzt voraus, dass gehärtete und geschliffene Flächen als Laufbahnen genutzt werden können.

Geliefert werden sie als Einzelteile oder in Verbindung mit Führungsschienen.

Für die Nadelrollen und Zylinderrollen wird durchgehärteter Wälzlagerstahl nach DIN 17230 verwendet. Die Härte der Wälzkörper ist mindestens 670 HV, ihre Güteklasse G2. Wälzkörper der Kugel-Flachkäfige haben die Güteklasse G10.

Metallkäfige haben bei geringem Gewicht eine hohe Festigkeit. Sie eignen sich damit gut für erschwerte Bedingungen, zum Beispiel bei hohen Beschleunigungen, hohen Temperaturen und teilweise freiliegenden Käfigenden.

Kunststoffkäfige sind eine kostengünstige Lösung für einfache Betriebsbedingungen.

5.1.1 Nadelrollen-Flachkäfige

Nadelrollen-Flachkäfige weisen von allen Flachkäfigen die höchste Steifigkeit auf und sind auch als Winkel-Flachkäfig erhältlich.

Nadelrollen sind nach DIN 5402-3, ISO 3096-B gefertigt und haben ebene Stirnflächen. Ihre Enden sind profiliert. Durch die Profilierung fallen die Mantelflächen zu den Enden hin ballig ab. Das verringert Kantenspannungen an den Wälzkörperenden.

Der 2-reihige Flachkäfig (FF..-ZW) ist in jedem Winkel zueinander biegsam. Dazu den Käfig auf +70 °C bis + 90 °C erwärmen, biegen und in dieser Stellung abkühlen lassen.

In der Kunststoffsaustragung (FF, FF..-ZW und FFW) ermöglichen Schwalbenschwanznuten die einfache Verbindung beliebig vieler Elemente.



Der Flachkäfig FF2025-ZW ist maximal von 0 °C bis + 90 °C einstellbar.

Beim Winkel-Flachkäfig FFW sind die Schenkel rechtwinklig zueinander gebogen.

Beim Winkel-Flachkäfig FFW2025 werden die Schenkel im 0°-Winkel oder 90°-Winkel zusammengesteckt.

5.1.2 Betriebstemperatur

Nadelrollen-Flachkäfige FFW sind aus Kunststoff. Der Zylinderrollen-Flachkäfig HRW hat einen Leichtmetallträger mit Kunststoffeinlage. Beide Käfig-Typen eignen sich für Temperaturen bis +120 °C. Der HW-Käfig ist aus Metall und lässt Temperaturen bis +150 °C zu.



Bei Flachkäfigführungen mit Abstreifern aus Kunststoff sind die Betriebstemperaturen auf +100 °C begrenzt.

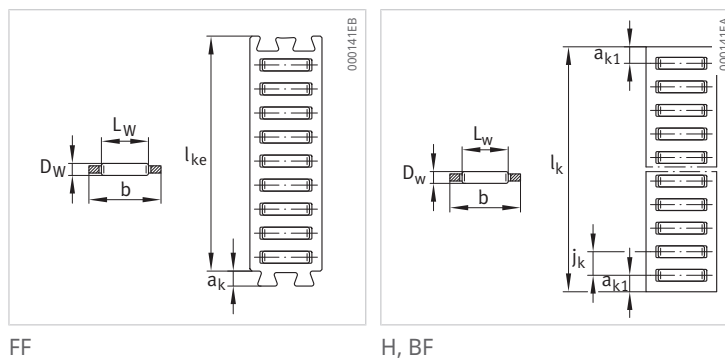
5.2 Produkttabellen

5.2.1 Erläuterungen

a_k	mm	Abmessung
a_{k1}	mm	Abstand der ersten oder letzten Taschenmitte vom Käfigende
b	mm	Breite des Flachkäfigs
b_1	mm	Abmessung
C	N	dynamische Tragzahl
C_0	N	statische Tragzahl
D_w	mm	Kugeldurchmesser
E_B	mm	Anschlussmaß
E_{B1}	mm	Anschlussmaß
E_H	mm	Anschlussmaß
j_k	mm	Taschenteilung des Flachkäfig-Grundkörpers
l_k	mm	Länge des Käfigs
l_{ke}	mm	Abmessung des Käfigs
L_W	mm	Anschlussmaß
m	g	Masse
Z_e	–	Anzahl der Wälzkörper pro Reihe in einem Käfigelement

5.2.2 Flachkäfige

1-reihig

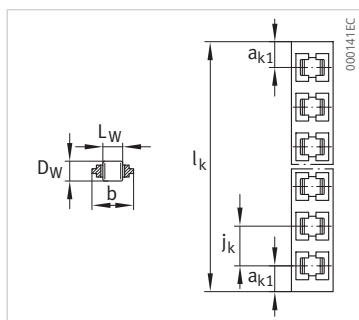


Kurzzeichen	$m^{1)}$	$l_k^{2)}$	D_w	b	L_w	j_k	a_{k1}
		max.					
	$\approx g$	mm	mm	mm	mm	mm	mm
FF2010	46	–	2	10	6,8	–	–
H10	63	4000	2	10	6,8	4,5	3,5
FF2515	84	–	2,5	15	9,8	–	–
H15	120	4000	2,5	15	9,8	5	3,5
FF3020	148	–	3	20	13,8	–	–
H20	202	4000	3	20	13,8	6	4,5
BF3020	342	6000	3	20	15,8	6	4,5
FF3525	221	–	3,5	25	17,8	–	–
H25	294	4000	3,5	25	17,8	7	5
HR50	105	4000	5	10,5	5	10	6,5
BF5015	375	6000	5	15	11,8	8	5,5
BF5023	530	6000	5	23	19,8	8	5,5
BF5032	722	6000	5	32	27,8	8	5,5
HR70	295	4000	7	17	10	13	8,5
BF7028	875	6000	7	28	24	11	7,5
BF7035	1080	6000	7	35	30	11	7,5
HR100	598	4000	10	24	14	17	10
BF12022	1220	6000	12	22	18	16	10
BF12040	1970	6000	12	40	36	16	10

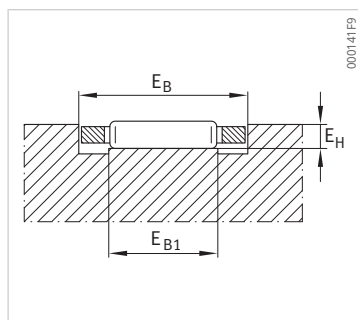
¹⁾ Masse für $l_k = 1000$ mm.

²⁾ Längtoleranz: $+0/-1 \cdot j_k$.

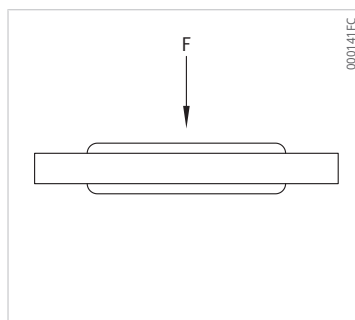
³⁾ Für eine theoretische Käfiglänge von 100 mm in Lastrichtung.



HR



Anschlussmaße

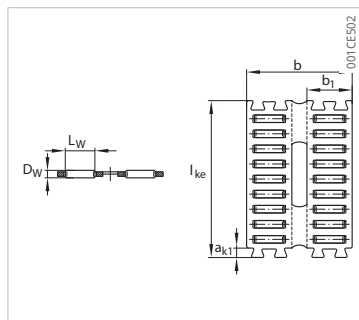


Lastrichtung

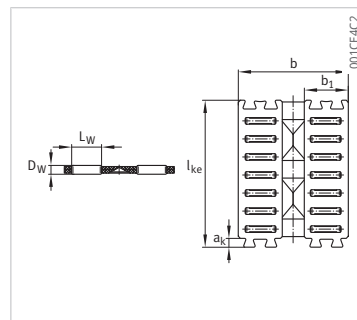
a _k	l _{ke}	Z _e	E _B			E _{B1}	E _H	C ³⁾	C ₀ ³⁾	Führungsschiene			
			-	U	L								
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N				
2	32	7	10,3	+0,2	0	7	1,7	21300	61900	J3525	S3525	-	-
-	-	-	10,3	+0,2	0	7	1,7	21600	62800	J3525	S3525	-	-
2,5	45	8	15,3	+0,2	0	10	2,2	32700	92300	J4025	S4025	J5025	S5025
-	-	-	15,3	+0,2	0	10	2,2	35800	103800	J4025	S4025	J5025	S5025
3	60	9	20,4	+0,2	0	14	2,7	47800	133200	J5030	S5030	-	-
-	-	-	20,4	+0,2	0	14	2,7	51900	148000	J5030	S5030	-	-
-	-	-	20,4	+0,2	0	16	2,7	57800	170100	J5530	S5530	-	-
3	75	10	25,4	+0,2	0	18	3,2	64700	177300	J5531	S5531	-	-
-	-	-	25,4	+0,2	0	18	3,2	68200	190000	-	-	-	-
-	-	-	10,9	+0,2	0	5	3,4	29400	50800	-	-	-	-
-	-	-	15,3	+0,2	0	12	4,6	69900	154700	-	-	-	-
-	-	-	23,4	+0,2	0	20	4,6	106400	265100	-	-	-	-
-	-	-	32,5	+0,3	0	28	4,6	139500	375600	-	-	-	-
-	-	-	17,4	+0,2	0	10	4,8	69800	114200	-	-	-	-
-	-	-	28,4	+0,2	0	24	6,5	150800	331800	-	-	-	-
-	-	-	35,6	+0,3	0	30	6,5	179800	416200	-	-	-	-
-	-	-	24,4	+0,2	0	14	6,5	109900	174200	-	-	-	-
-	-	-	22,4	+0,2	0	18	11	178800	288300	-	-	-	-
-	-	-	40,5	+0,3	0	36	11	147600	938600	-	-	-	-

5.2.3 Flachkäfige

2-reihig



FF..-ZW, außer FF2025-ZW



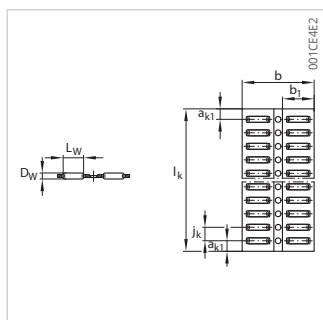
FF2025-ZW

Kurzzeichen 1)	m ²⁾ ≈g	lk ³⁾ max.	Dw	b	Lw	b1	jk	ak1
		mm						
H19-ZW	219	3500	2	19,2	4,8	8	4	3
FF2025-ZW	94	–	2	25	6,8	10	–	–
H24-ZW	138	4000	2	24	6,8	10,5	4,5	3,5
FF2535-ZW	182	–	2,5	35	9,8	15	–	–
H34-ZW	239	4000	2,5	33,5	9,8	14,3	5,5	4
FF3045-ZW	315	–	3	45	13,8	20	–	–
H44-ZW	408	4000	3	44	13,8	19	6	4,5
FF3555-ZW	464	–	3,5	55	17,8	25	–	–
H55-ZW	598	4000	3,5	55	17,8	24	7	5
HR50-ZW	215	4000	5	24	5	10,5	10	6,5
HR70-ZW	602	4000	7	40	10	17	13	8,5
HR100-ZW	1233	4000	10	55	14	24	17	10

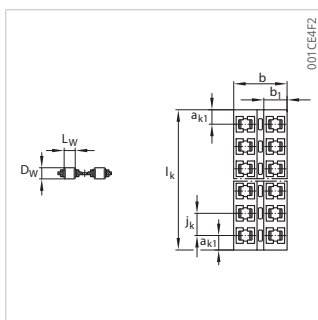
1) H19-ZW: Grundkörper aus Stahl.

2) Masse für $l_k = 1000$ mm.3) Längtoleranz: $+0/-1 \cdot j_k$.

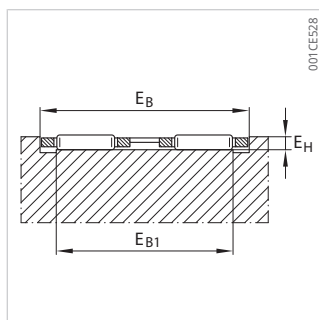
4) Für eine theoretische Käfiglänge von 100 mm in Lastrichtung.



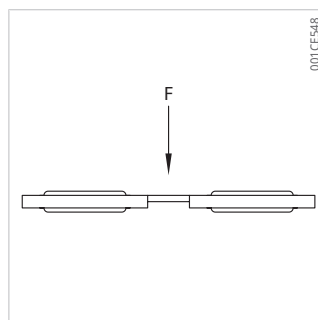
H..-ZW



HR..-ZW



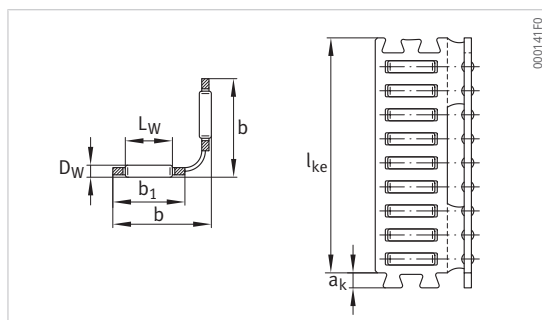
Anschlussmaße



Lastrichtung

a _k	l _{ke}	Z _e	E _B			E _{B1}	E _H	C ⁴⁾	C ₀ ⁴⁾	Führungsschiene	
			-	U	L						
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N		
-	-	-	19,6	+0,2	0	17	1,7	30300	97200	-	-
2	32	7	25,4	+0,2	0	22	1,7	36600	123700	-	-
-	-	-	24,4	+0,2	0	21	1,7	37000	125700	J6035	S6035
2,4	45	8	35,5	+0,2	0	30	2,2	56000	184600	-	-
-	-	-	34	+0,2	0	28,5	2,2	57000	188800	J7040	S7040
3	60	9	45,5	+0,2	0	39	2,7	81900	266500	-	-
-	-	-	44,5	+0,2	0	38	2,7	88900	296100	J8050	S8050
3,2	75	10	55,5	+0,2	0	48	3,2	110900	354700	-	-
-	-	-	55,5	+0,2	0	48	3,2	117000	380000	-	-
-	-	-	24,4	+0,2	0	19,5	3,4	50500	101600	-	-
-	-	-	40,5	+0,2	0	34	4,8	112800	228400	-	-
-	-	-	55,5	+0,2	0	46	6,5	188400	348300	-	-

5.2.4 Winkel-Flachkäfige



FFW

Kurzzeichen ¹⁾	m ²⁾	lk ³⁾	Dw	b	Lw	b1	jk	ak1
		max.						
	≈g	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
HW10	219	3500	2	10	4,8	8	4	3
FFW2025	94	–	2	15	6,8	10	–	–
HW15	138	4000	2	14	6,8	10,5	4,5	3,5
HW16	190	4000	2	16	8,8	13,5	3,8	2,8
FFW2535	182	–	2,5	20,5	9,8	15	–	–
HW20	239	4000	2,5	20	9,8	14,3	5,5	4
FFW3045	315	–	3	26	13,8	20	–	–
HW25	408	4000	3	25	13,8	19	6	4,5
FFW3555	464	–	3,5	31,5	17,8	25	–	–
HW30	598	4000	3,5	30	17,8	24	7	5
HRW50	215	4000	5	15,5	5	10,5	10	6,5
HRW70	602	4000	7	25	10	17	13	8,5
HRW100	1233	4000	10	34	14	24	17	10

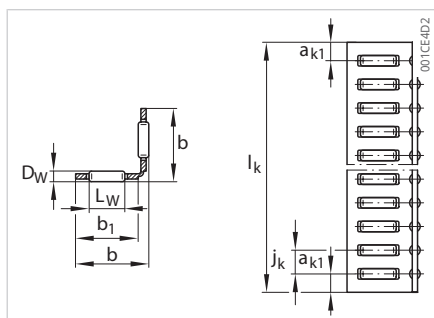
¹⁾ HW10: Grundkörper aus Stahl.

²⁾ Masse für $l_k = 1000$ mm.

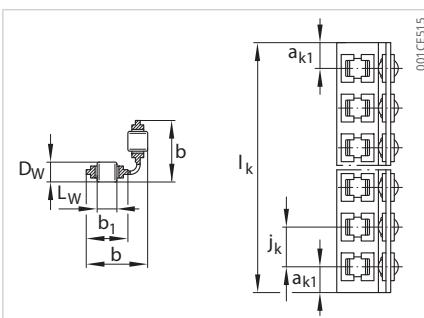
³⁾ Längtoleranz: $+0/-1 \cdot j_k$.

⁴⁾ Für eine theoretische Käfiglänge von 100 mm in Lastrichtung.

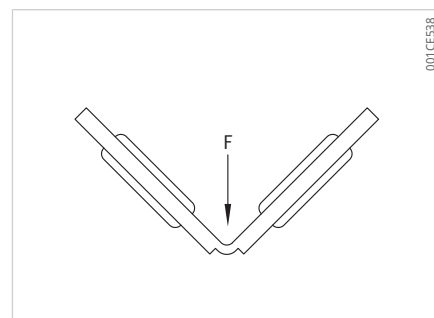
⁵⁾ Für HW15 und HW20: höhere Tragzahlen auf Anfrage.



HW



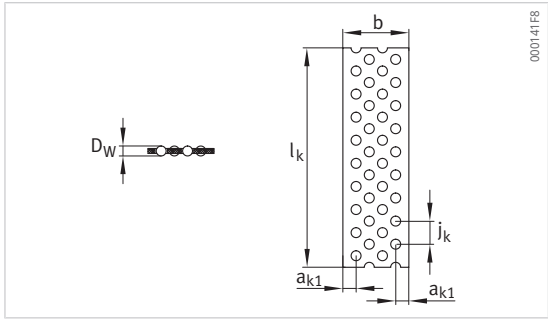
HRW



Lastrichtung

a_k	l_{ke}	Z_e	$C^{4) 5)}$	$C_0^{4) 5)}$	Führungsschiene						
mm	mm	mm	N	N							
–	–	–	21400	68700	M3015	V3015	–	–	–	–	–
2	32	7	25900	87500	M4020	V4020	ML5020	ML5520	M5025	V5025	ML5525
–	–	–	26200	88900	M4020	V4020	ML5020	ML5520	M5025	V5025	ML5525
–	–	–	36900	138100	M5025	V5025	ML5525	ML6025	ML6525	ML7025	–
2,4	45	8	39600	130500	M6035	V6035	ML7035	ML8035	–	–	–
–	–	–	40300	133500	M6035	V6035	ML7035	ML8035	–	–	–
3	60	9	57900	188400	M7040	V7040	ML8040	ML9040	–	–	–
–	–	–	62900	209400	M7040	V7040	ML8040	ML9040	–	–	–
3,2	75	10	78400	250800	M8050	V8050	ML9050	ML10050	–	–	–
–	–	–	82700	268700	M8050	V8050	ML9050	ML10050	–	–	–
–	–	–	35700	71900	M4525	V4525	–	–	–	–	–
–	–	–	79700	161500	M6535	V6535	–	–	–	–	–
–	–	–	133200	246300	M8550	V8550	–	–	–	–	–

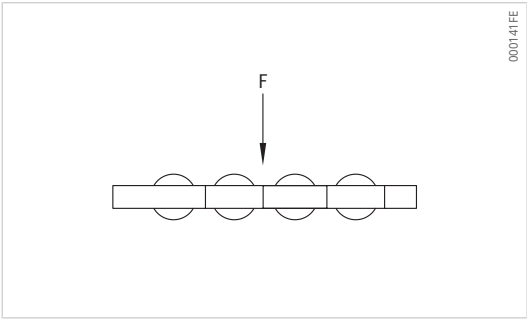
5.2.5 Kugel-Flachkäfige



HB

Kurzzeichen	m ¹⁾	l_k	D_w	b	j_k	a_{k1}
		max.				
	$\approx g$	mm	mm	mm	mm	mm
HB2515	95	4000	2,5	15	3	4,5
HB3020	167	4000	3	20	3,5	4
HB3023	187	4000	3	23	3,5	5,5
HB4025	250	4000	4	25	3	5

1) Masse für $l_k = 1000\text{ mm}$.
2) Für eine theoretische Käfiglänge von 100 mm in Lastrichtung.



Lastrichtung

C ²⁾	C ₀ ²⁾	Führungsschiene			
N	N				
3330	3040	J4025	S4025	J5025	S5025
5350	5000	J5030	S5030	-	-
5350	5000	-	-	-	-
7630	62200	J5530	S5530	-	-

6 Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung

6.1 M-Führungsschienen und V-Führungsschienen, Ausstattung für vier Achsen

- Schienen für geschlossene Anordnung: M und V
- Hub S: 90 mm
- Profilgröße: 5025
- Bohrungstyp: B15
- Länge der M-Schiene l: 400 mm
- Länge der V-Schiene l: 500 mm
- Qualität der Schienen: Q6
- Eingengte Toleranz $\pm 0,005$ für A₁: US
- Einsatzmutter für V-Schienen: ESM
- Winkel-Flachkäfige aus Metall: HW
- Länge des Flachkäfigs l_k: 355 mm
- Endstücke mit Abstreifer: EAM

Für die Berechnung wird das Maß der jeweils längeren Schiene herangezogen:

↱ 57

$$l_k = l - 3 \cdot \frac{S}{2} - 10 \text{ mm}$$

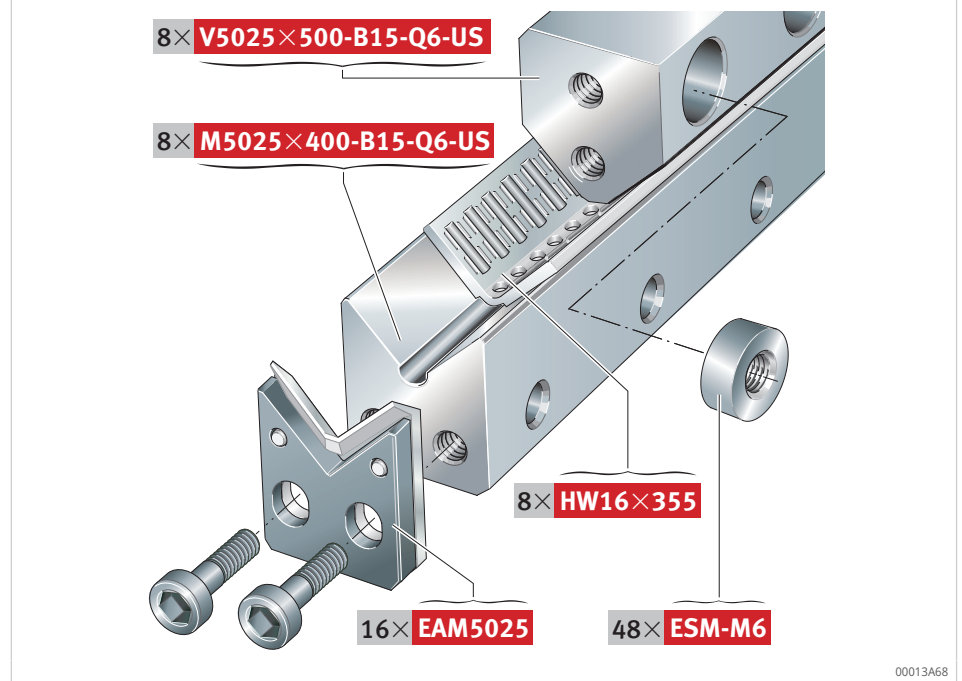
↱ 58

$$l_k = 500 - 3 \cdot 45 - 10 \text{ mm} = 355 \text{ mm}$$

Bestellbezeichnung:

- 8×M5025×400-B15-Q6-US
- 8×V5025×600-B15-Q6-US
- 48×ESM-M6
- 8×HW16×355
- 16×EAM5025

62 Bestellbezeichnung



6

6.2 ML-Führungsschienen und V-Führungsschienen, Ausstattung für eine Achse

- Schienen für geschlossene Anordnung: ML und V
- Hub S: 150 mm
- Profilbreite: 25 mm
- Bohrungstyp, Senkung links: B15 L
- Länge der ML-Schiene l: 450 mm
- Länge der V-Schiene l: 600 mm
- Qualität der Schienen: Q6
- Winkel-Flachkäfige aus Metall: HW
- Länge des Flachkäfigs l_k: 365 mm
- Endstücke: EML

Für die Berechnung wird das Maß der jeweils längeren Schiene herangezogen:

f159

$$l_k = l - 3 \cdot \frac{S}{2} - 10 \text{ mm}$$

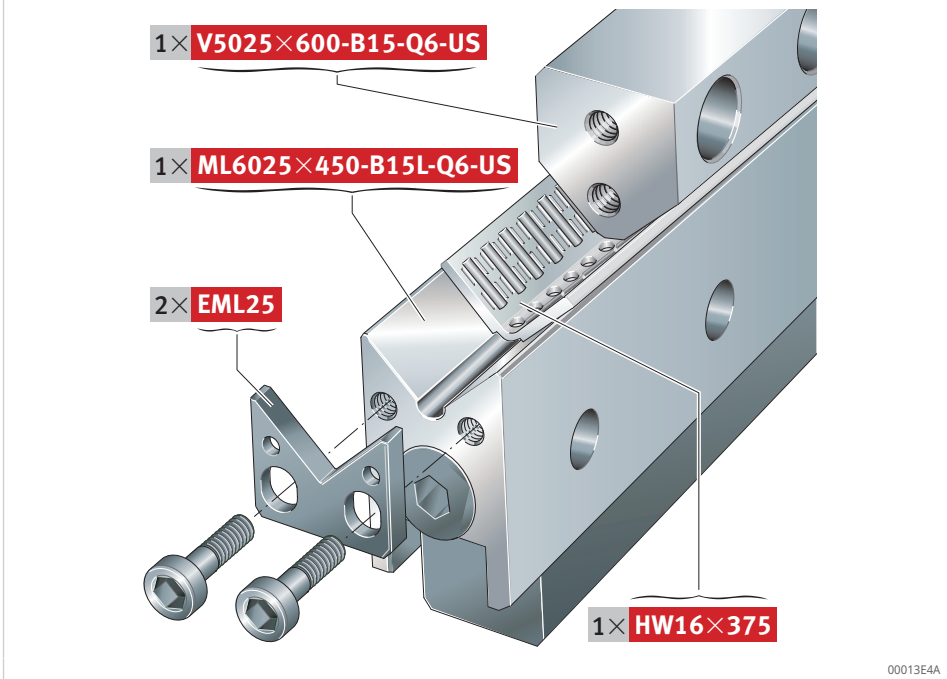
f160

$$l_k = 600 - 3 \cdot 75 - 10 \text{ mm} = 365 \text{ mm}$$

Bestellbezeichnung:

- 1×ML6025× 450-B15L-Q6
- 1×V5025× 600-B15-Q6
- 1×HW16×375
- 2×EML25

63 Bestellbezeichnung



6.3 M-Führungsschienen und V-Führungsschienen mit Käfig-Zwangsführung, Ausstattung für vier Achsen

Hubmittellage ist mit einer Skizze/Zeichnung anzugeben und zu vermaßen.

- Schienen mit integrierter Zwangsführung für geschlossene Anordnung: M und V
- Hub S: 190 mm
- Hubmittellage für M-Schiene und V-Schiene: mittig
- Profilgröße: 4020
- Bohrungstyp der M-Schiene: B03
- Bohrungstyp der V-Schiene: B15
- Länge der M-Schiene l: 400 mm
- Länge der V-Schiene l: 600 mm
- Qualität der Schienen: Q6
- Winkel-Flachkäfige aus Metall: HW
- Länge des Flachkäfigs l_k : 305 mm
- Abstreifer für M-Schienen: EAM

Für die Berechnung wird das Maß der jeweils längeren Schiene herangezogen:

f61

$$l_k = l - 3 \cdot \frac{S}{2} - 10 \text{ mm}$$

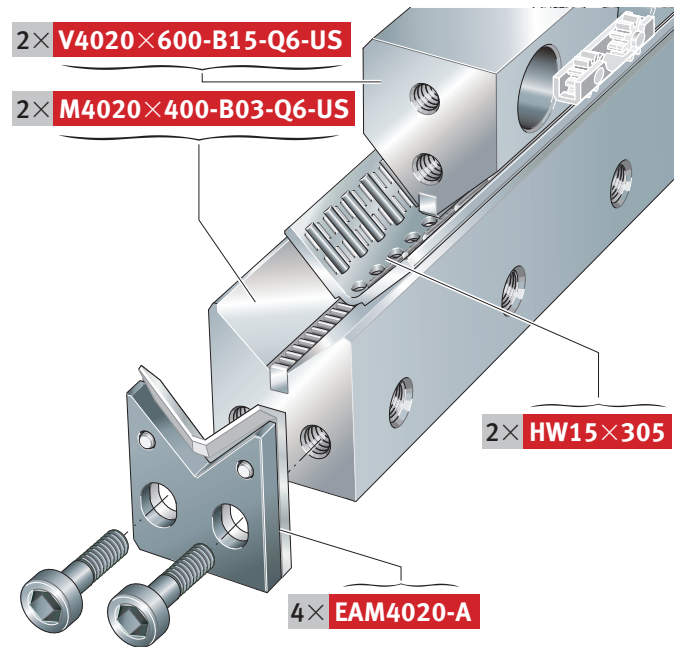
f62

$$l_k = 600 - 3 \cdot 95 - 10 \text{ mm} = 305 \text{ mm}$$

Bestellbezeichnung:

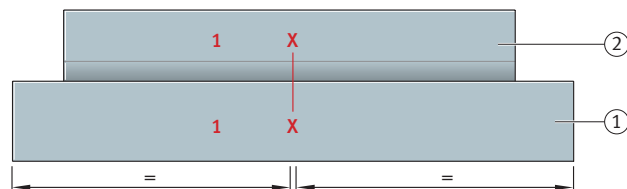
- 2×M4020× 400-B03-Q6
- 2×V4020× 600-B15-Q6
- 2×HW15×305
- 4× EAM4020

64 Bestellbezeichnung



00014B15

65 Hubmittellänge



00014A3A

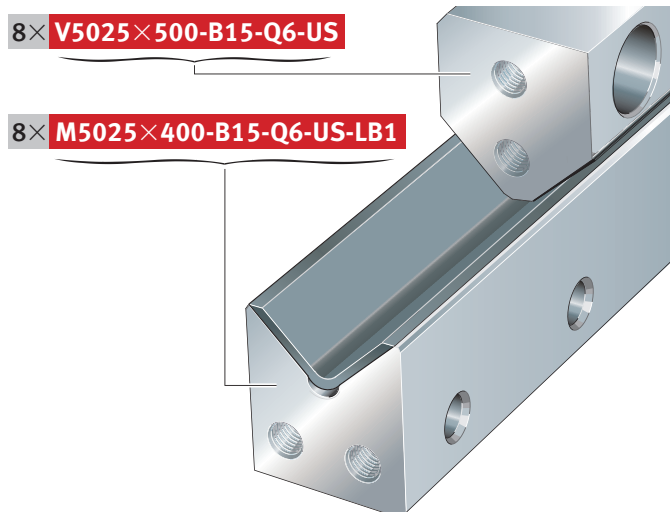
6.4 M-Führungsschienen und V-Führungsschienen mit Gleitbelag, Ausstattung für vier Achsen

- Schienen für geschlossene Anordnung: M und V
- Hub S: 100 mm
- Profilgröße: 5025
- Bohrungstyp: B15
- Länge der M-Schiene l: 400 mm
- Länge der V-Schiene l: 500 mm
- Qualität der Schienen: Q6
- Gleitbelag Turcite: LB1

Bestellbezeichnung:

- 8×M5025× 400-B15-Q6-LB1
- 8×V5025× 500-B15-Q6

66 Bestellbezeichnung



000140EE

6.5 Flachkäfige

6.5.1 Nadelrollen-Flachkäfige

2 H-Nadelrollen-Flachkäfige:

- Wälzkörperdurchmesser: 3 mm
- Breite des Käfigs: 20 mm
- Länge des Käfigs: 400

Bestellbezeichnung:

- 2× H20×400

67 Bestellbezeichnung



0001420A

6.5.2 Winkel-Nadelrollen-Flachkäfige

2 HW-Winkel-Nadelrollen-Flachkäfige für geschlossene Führung:

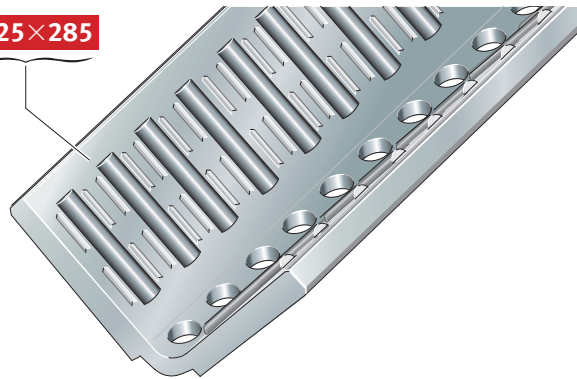
- Wälzkörperdurchmesser: 3 mm
- Schenkellänge des Käfigs: 25 mm
- Länge des Käfigs: 280 mm

Bestellbezeichnung:

- 2× HW25×280

68 Bestellbezeichnung

2× **HW25×285**



00014208



Präzisionsschienenführungen

Präzisionsschienenführungen, Käfige, Zubehör,
Präzisionsschienenschlitten

Katalog

Vorwort

Präzisionsschienenführungen von Schaeffler bieten höchste Präzision in der Bewegung und werden in anspruchsvollen industriellen, medizinischen und elektronischen Anwendungen eingesetzt. Die Wälzkörper sind in einem starren Käfig gehalten und müssen nicht umlaufen, was in einer sehr gleichmäßigen und reibungsarmen Bewegung resultiert, selbst bei hohen Lasten.

Präzisionsschienenführungen stehen in unterschiedlichen Baugrößen sowie einer Vielzahl von Standardlängen zur Verfügung und können dem jeweiligen Anwendungsfall entsprechend mit Kugelkäfigen, Rollenkäfigen oder Nadelrollenkäfigen sowie Gleitbelägen ausgerüstet werden. Zum Produktprogramm gehören außerdem die erforderlichen Zubehörteile für die Befestigung und Abdichtung.

Besteht die Gefahr des Käfigwanderns, was vor allem bei senkrechtem Einbau oder hohen Beschleunigungen auftreten kann, bieten sich Präzisionsschienen mit Anti-Creeping-System (ACS) an, was für alle Wälzkörperarten verfügbar ist.

Für Anwendungsfälle mit Stoßbelastungen oder bei denen gute Schwingungsdämpfung gefordert ist, stehen Schienenführungen mit Gleitbelag zur Verfügung.

Alle gängigen Präzisionsschienen können auch in einer vorteilhaften Kit-Verpackung bezogen werden. Dies erleichtert die Beschaffung und sichert die komplette Lieferung aller erforderlichen Einzelteile einschließlich Endstücken und Schrauben.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
1 Technische Grundlagen	8
1.1 Tragfähigkeit und Lebensdauer	8
1.1.1 Berechnungskonzept für die statische Tragsicherheit.....	8
1.1.2 Berechnungsmethode für die statische Tragsicherheit.....	9
1.1.3 Berechnung der statischen Tragsicherheit.....	9
1.1.4 Erforderliche statische Tragzahl.....	10
1.1.5 Nominelle Lebensdauer	10
1.1.6 Berechnung der nominellen Lebensdauer	11
1.1.7 Gebrauchsdauer.....	12
1.1.8 Ermittlung der Lagerbelastung	12
1.1.9 Bestimmung der wirksamen Tragzahl	17
1.1.10 Einflussfaktoren.....	18
1.2 Berechnungsprogramm	29
1.3 Steifigkeit.....	30
1.3.1 Berechnung der Steifigkeit	30
1.4 Reibung.....	39
1.5 Belastbarkeit	39
1.5.1 Erforderliche Mindestbelastung.....	39
1.5.2 Zulässige maximale Belastung.....	39
1.6 Beschleunigung und Geschwindigkeit	40
1.7 Temperaturbereich	40
1.8 Werkstoffe	40
1.8.1 Beschichtung	41
1.9 Toleranzen.....	41
1.9.1 Genauigkeitsklasse der Präzisionsschienenführungen	41
1.9.2 Genauigkeit der Wälzkörper	42
1.9.3 Maßgenauigkeit	42
1.9.4 Sortierung der Führungsschienen	43
1.10 Gestaltung der Lagerung	44
1.10.1 Typische Verwendung in eingespannter Anordnung.....	44
1.10.2 Kit-Verpackung	44
1.10.3 Anti-Creeping-System (ACS).....	44
1.10.4 Modular Range	45
1.10.5 Genauigkeit der Anlageflächen	47
1.10.6 Wahl der Endstücke	48
1.10.7 Berechnung von J_1	48
1.10.8 Fasen an den Präzisionsschienen	49
1.10.9 Toleranz des Abstands zwischen den Befestigungsbohrungen	49
1.10.10 Spezial-Befestigungsschrauben LWGD	50
1.10.11 Zusammengesetzte Schienen.....	51
1.10.12 Vorspannen.....	51
1.10.13 Anziehdrehmomente für Befestigungsschrauben	54
1.11 Einbau	54
1.11.1 Grundlegende Hinweise.....	54
1.11.2 Allgemeine Montagehinweise	54
1.11.3 Einbau von Schienenführungen ohne ACS-System	55
1.11.4 Einbau von Schienenführungen mit ACS-System	56

1.12	Transport und Lagerung	57
1.13	Wartung	58
1.13.1	Schmierung	58
1.13.2	Nachschmierintervalle	58
1.13.3	Reparaturen	59
1.14	Technische Informationen zu gleitgelagerten Präzisionsschienenführungen	59
1.14.1	Flächenpressung	59
1.14.2	Verschleiß	59
1.14.3	Reibung	60
1.14.4	Temperaturbereich	61
1.14.5	Beständigkeit	61
2	Präzisionsschienenführungen LWR und LWRB	62
2.1	Produktausführung	62
2.1.1	Schienenführungen	62
2.1.2	Wälzkörpereinheiten	63
2.1.3	Endstücke	63
2.2	Produkttabellen	64
2.2.1	Erläuterungen	64
2.2.2	LWR und LWRB	66
2.2.3	Wälzkörpereinheiten	68
2.2.4	Endstücke	69
2.2.5	LWR in Kit-Verpackung	70
3	Präzisionsschienenführungen LWRE	71
3.1	Produktausführung	71
3.1.1	Schienenführungen	71
3.1.2	Wälzkörpereinheiten	72
3.1.3	Endstücke	73
3.2	Produkttabellen	74
3.2.1	Erläuterungen	74
3.2.2	LWRE	76
3.2.3	Wälzkörpereinheiten	78
3.2.4	Endstücke	79
3.2.5	LWRE in Kit-Verpackung	80
4	Präzisionsschienenführungen LWRE ACS	81
4.1	Produktausführung	81
4.1.1	Schienenführungen	81
4.1.2	Wälzkörpereinheiten	82
4.1.3	Endstücke	82
4.2	Produkttabellen	83
4.2.1	Erläuterungen	83
4.2.2	LWRE ACS	84
4.2.3	Wälzkörpereinheiten	86
4.2.4	Endstücke	87
4.2.5	LWRE ACS in Kit-Verpackung	88
5	Präzisionsschienenführungen LWRE ACSM und LWRB ACSM	89
5.1	Produktausführung	89
5.1.1	Schienenführungen	89
5.1.2	Wälzkörpereinheiten	90
5.1.3	Endstücke	90

5.2	Produkttabellen	91
5.2.1	Erläuterungen.....	91
5.2.2	LWRE ACSM	92
5.2.3	Wälzkörpereinheiten	94
5.2.4	LWRE ACSM in Kit-Verpackung	95
6	Präzisionsschienenführungen LWRM und LWRV	96
6.1	Produktausführung.....	96
6.1.1	Schienenführungen	96
6.1.2	Wälzkörpereinheiten	96
6.1.3	Endstücke	97
6.2	Produkttabellen	97
6.2.1	Erläuterungen.....	97
6.2.2	LWRM und LWRV	98
6.2.3	Wälzkörpereinheiten	100
6.2.4	Endstücke	101
7	Präzisionsschienenführungen LWM und LWV	102
7.1	Produktausführung.....	102
7.1.1	Schienenführungen	102
7.1.2	Wälzkörpereinheiten	103
7.1.3	Endstücke	103
7.2	Produkttabellen	104
7.2.1	Erläuterungen.....	104
7.2.2	LWM und LWV.....	106
7.2.3	Wälzkörpereinheiten	108
7.2.4	Endstücke	109
8	Präzisionsschienenführungen LWM ACSZ und LWV ACSZ	110
8.1	Produktausführung.....	110
8.1.1	Schienenführungen	110
8.1.2	Wälzkörpereinheiten	111
8.1.3	Endstücke	111
8.2	Produkttabellen	112
8.2.1	Erläuterungen.....	112
8.2.2	LWM ACSZ und LWV ACSZ	114
8.2.3	Wälzkörpereinheiten	116
8.2.4	Endstücke	117
9	Präzisionsschienenführungen LWRPM und LWRPV.....	118
9.1	Produktausführung.....	118
9.1.1	Schienenführungen	118
9.1.2	Endstücke	119
9.2	Produkttabellen	119
9.2.1	Erläuterungen.....	119
9.2.2	LWRPM und LWRPV	120
10	Präzisionsschienenschlitten GCL und GCLA.....	122
10.1	Produktausführung.....	122
10.2	Produkttabellen	123
10.2.1	Erläuterungen.....	123
10.2.2	GCL	124
10.2.3	GCLA.....	126

11	Aufbau der Bestellbezeichnung	128
----	-------------------------------------	-----

1 Technische Grundlagen

1.1 Tragfähigkeit und Lebensdauer

Um zu bestimmen, welche Größe einer Linearführung für die jeweilige Anwendung am besten geeignet ist, sind folgende Berechnungsmethoden anzuwenden:

- Berechnung der nominellen Lebensdauer
- Berechnung der statischen Tragsicherheit

Bei beiden Berechnungsmethoden müssen sämtliche auf das Präzisionsschienenführungssystem wirkenden Belastungen und Kräfte berücksichtigt werden. Zur Beschreibung der resultierenden Gesamtbelastung werden daher repräsentative Belastungen angesetzt. Diese stellen eine Kombination aller Kräfte, Hebelarme und Momentenbelastungen dar, die bezüglich Dauer oder Hublänge variieren können.

Als Lebensdauer einer wälzgelagerten Präzisionsschienenführung wird der Fahrweg definiert, den die Führung zurücklegt, bis erste Anzeichen von Werkstoffermüdung an einer der Laufbahnen oder einem Wälzkörper auftreten. Für die Auswahl einer Schienenführung auf Basis der Berechnung der nominellen Lebensdauer wird die dynamische Tragzahl C verwendet. Sie gibt die Belastung an, bei der sich eine nominelle Lebensdauer von 100 km Fahrweg ergibt.

1.1.1 Berechnungskonzept für die statische Tragsicherheit

Bei der Auswahl einer Linearführung ist die statische Tragsicherheit zu berechnen, wenn einer der folgenden Fälle vorliegt:

- Schienenführung wird unter Belastung bei sehr geringen Geschwindigkeiten betrieben.
- Schienenführung arbeitet unter normalen Betriebsbedingungen, muss jedoch hohe Stoßbelastungen aufnehmen.
- Schienenführung bleibt über längere Stillstandzeiten mit Last beaufschlagt.
- Schienenführung wird mit $P > 50\%$ der dynamischen Tragzahl C belastet, sodass die theoretischen Grundlagen für die Berechnung der nominellen Lebensdauer nicht mehr gelten.

In allen aufgeführten Fällen ergibt sich die zulässige Belastung nicht aufgrund der Materialermüdung, sondern im Hinblick auf die Vermeidung einer plastischen Verformung an Wälzkörpern oder Laufbahnen. Belastungen im Stillstand oder bei sehr niedriger Betriebsgeschwindigkeit sowie hohe stoßartige Belastungen führen zu einer Abflachung der Wälzkörper und daraus resultierend zu Beschädigungen der Laufbahnen. Diese Beschädigungen können ungleichmäßig auf der Führungsschiene verteilt sein oder entsprechend des Wälzkörperabstands entlang der Laufbahn auftreten. Bleibende Verformungen führen zu Vibrationen in der Lagerung, hohen Laufgeräuschen und erhöhter Reibung und können auch zu einer Verringerung der Vorspannung, sowie in einem fortgeschrittenen Stadium zu einer Zunahme des Lagerspiels führen. Bei fortgesetztem Betrieb kann die bleibende Verformung aufgrund der resultierenden Lastspitzen zu einem Ausgangspunkt für Ermüdungsschäden werden. Das Schadensausmaß und dessen Einfluß ist abhängig von der spezifischen Anwendung.

1.1.2 Berechnungsmethode für die statische Tragsicherheit

Bei der Auslegung einer Präzisionsschienenführung auf Basis der statischen Tragzahl, ist die statische Tragsicherheit s_0 , ausgedrückt als Verhältnis von statischer Tragzahl C_0 zu der maximalen statischen Lagerbelastung P_0 , zu berücksichtigen. Die statische Tragsicherheit s_0 gibt den Grad der Sicherheit gegen permanente plastische Verformungen an Wälzkörpern und Laufbahnen an. Die statische Tragzahl C_0 ist definiert als die statische Belastung, die eine bleibende Gesamtverformung vom 0,0001-fachen des Wälzkörperdurchmessers erzeugt. Abhängig von den Berührungsverhältnissen ist nach ISO 14728-2 eine maximale Hertz'sche Flächenpressung von 4000 MPa in der höchstbelasteten Berührungsstelle zulässig, ohne dass die Laufeigenschaften beeinträchtigt werden.

1.1.3 Berechnung der statischen Tragsicherheit

Für eine ausgewählte Präzisionsschienenführung und einen definierten Lastfall kann die statische Tragsicherheit s_0 wie folgt berechnet werden.

Bei Auftreten der maximalen Belastung im Stillstand:

$$f1 \quad s_0 = \frac{C_{0, \text{eff slide}}}{P_0}$$

Bei Auftreten der maximalen Belastung während des Betriebs:

$$f2 \quad s_0 = \frac{C_{0, \text{eff slide}}}{F_{\text{res max}}}$$

$C_{0, \text{eff slide}}$	N	effektive statische Tragzahl des Schlittens
$F_{\text{res, max}}$	N	maximale resultierende Belastung
P_0	N	maximale statische Belastung
s_0	-	statische Tragsicherheit

Abhängig von den Betriebsbedingungen werden folgende Richtwerte für die statische Tragsicherheit s_0 empfohlen.

1.1.3.1 Statische Tragsicherheit s_0

Umgebungsbedingungen	s_0
normale Bedingungen	> 1 ... 2
ruhiger, erschütterungsfreier Lauf	> 2 ... 4
mittlere Vibrationen	> 3 ... 5
hohe Vibrationen oder Stoßbelastungen	> 5

Bei Überkopf-Installationen sind die allgemeinen technischen Regeln und Standards der jeweiligen Branche zu berücksichtigen. Besteht bei einer Anwendung ein hohes Verletzungsrisiko, hat der Anwender geeignete konstruktive Maßnahmen und Sicherheitsvorkehrungen zu treffen, um ein Ablösen von Bauteilen zu vermeiden (z. B. aufgrund herausgefallener Wälzkörper oder fehlerhafter Schraubenverbindungen).

Ist das Präzisionsschienenführungssystem beispielsweise externen Vibrationen von anderen Maschinen in der Umgebung ausgesetzt, sollten höhere Sicherheitsfaktoren berücksichtigt werden. Bei der Auslegung ist außerdem auf die Lastübertragungswege zwischen Führung und Anschlusskonstruktion zu achten.

- ❗ Schraubenverbindungen auf ausreichende Sicherheit prüfen. Bei der Überkopf-Installation von Präzisionsschienenführungen höhere Werte für die Tragsicherheit verwenden.
- ❗ Die allgemeinen technischen Regeln und Standards der jeweiligen Branche beachten.

1.1.4 Erforderliche statische Tragzahl

Für spezifische Betriebsbedingungen mit einem entsprechend empfohlenen Tragsicherheitswert und einem definierten Lastfall kann die erforderliche statische Tragzahl C_0 mithilfe der folgenden Formeln berechnet werden.

Bei Auftreten der maximalen Belastung im Stillstand:

f13

$$C_{0, \text{eff slide}} = S_0 \cdot P_0$$

Bei Auftreten der maximalen Belastung während des Betriebs:

f14

$$C_0 = C_{0, \text{eff slide}} = S_0 \cdot F_{\text{res max}}$$

$C_{0, \text{eff slide}}$	N	effektive statische Tragzahl des Schlittens
$F_{\text{res, max}}$	N	maximale resultierende Belastung
P_0	N	statische äquivalente Lagerbelastung
S_0	–	statische Tragsicherheit

1.1.5 Nominelle Lebensdauer

Sowohl unter Laborbedingungen als auch in der Praxis zeigt sich, dass die nominelle Lebensdauer von offensichtlich gleichen, unter völlig identischen Betriebsbedingungen laufenden Lagern individuell unterschiedlich ist. Die Berechnung der erforderlichen Lagergröße bedingt deshalb eine genaue Festlegung des Begriffs Lebensdauer.

Alle Angaben zur dynamischen Tragzahl von Präzisionsschienenführungen beruhen gemäß ISO 14728-1 auf einer nominellen Lebensdauer, die von 90 % einer hinreichend großen Menge offensichtlich gleicher Lager erreicht oder überschritten wird. Die Mehrheit der Lager erreicht eine längere Lebensdauer und die Hälfte der Gesamtzahl der Lager erreicht mindestens das 5-fache der nominellen Lebensdauer.

1.1.6 Berechnung der nominellen Lebensdauer

Die Lebensdauer L_{ns} einer Präzisionsschienenführung, angegeben in km, kann mithilfe der folgenden Formel berechnet werden:

f15

$$L_{ns} = c_1 \cdot 100 \cdot \left(\frac{C_{eff \text{ slide}}}{P} \right)^p$$

Bei konstantem Fahrweg und unveränderter Hubfrequenz ist es oftmals erforderlich, die nominelle Lebensdauer L_{nh} in Betriebsstunden zu berechnen. Dieser Wert kann mit der folgenden Formel ermittelt werden:

f16

$$L_{nh} = c_1 \cdot \frac{5 \cdot 10^7}{S_{sin} \cdot n \cdot 60} \cdot \left(\frac{C_{eff \text{ slide}}}{P} \right)^p$$

c_1	–	Beiwert für die Erlebenswahrscheinlichkeit
$C_{eff \text{ slide}}$	N	effektive dynamische Tragzahl des Schlittens
L_{nh}	h	nominelle Lebensdauer
L_{ns}	km	nominelle Lebensdauer
n	min^{-1}	Hubfrequenz
P	N	dynamische äquivalente Belastung
p	–	Lebensdauerexponent • Rollenlager $p = 10/3$ • Kugellager $p = 3$
S_{sin}	mm	Einzelhublänge

- ! Das Konzept zur Berechnung der nominellen Lebensdauer ist nur dann anwendbar, wenn die dynamische äquivalente Belastung P 50 % der dynamischen Tragzahl C nicht überschreitet.
- ! Die Lebensdauer von Präzisionsschienenführungen kann umso genauer und zuverlässiger berechnet werden, je genauer die zu erwartenden Belastungen und die Betriebsverhältnisse bekannt sind oder ermittelt werden können.
- ! Die Lebensdauerberechnung steht im Zusammenhang mit dem physikalischen Effekt der Materialermüdung. Ermüdung ist die Folge von zyklisch auftretenden Scherbelastungen unmittelbar unter der Lastaufnahme­fläche. Diese Belastungen können im Laufe der Zeit Risse verursachen, die sich nach und nach bis zur Oberfläche ausbreiten. Beim Abrollen der Wälzkörper über solchen Rissen kann es zu Abblätterungen oder Schälungen des Materials kommen. Diese verstärken sich zunehmend und führen zum Ausfall des Lagers.

1.1.6.1 Einfluss der Erlebenswahrscheinlichkeit, Beiwert c_1

Der Beiwert c_1 wird zur Ermittlung der Lebensdauer verwendet, wenn eine Erlebenswahrscheinlichkeit größer als 90 % erreicht werden soll.

2 Beiwert c_1 für die Erlebenswahrscheinlichkeit

Erlebenswahrscheinlichkeit	L	c_1
%		
90	L_{10s}	1
95	L_{5s}	0,62
96	L_{4s}	0,53
97	L_{3s}	0,44
98	L_{2s}	0,33
99	L_{1s}	0,21

1.1.7 Gebrauchsdauer

Neben dem Begriff der Lebensdauer wird auch der Begriff Gebrauchsdauer verwendet. Darunter wird der Zeitraum verstanden, in dem eine Linearführung in einem bestimmten Anwendungsfall funktionsfähig bleibt.

Die Gebrauchsdauer eines Lagers hängt demnach nicht notwendigerweise von der Ermüdung ab, sondern auch von folgenden Faktoren:

- Verschleiß
- Korrosion
- Versagen der Dichtung
- Schmierfrist (Fettgebrauchsdauer)
- Vibrationen bei Stillstand

Die Gebrauchsdauer kann normalerweise nur durch praxisnahe Versuche oder im Vergleich mit ähnlichen Anwendungen bestimmt werden.

1.1.8 Ermittlung der Lagerbelastung

Die Last kann direkt in die Lebensdauergleichungen und die Gleichung zur Berechnung der statischen Tragzahl eingefügt werden, wenn die auf eine Schienenführung wirkende Last F in Größe, Position und Richtung konstant ist und senkrecht auf die Laufbahnmitte wirkt. In allen anderen Fällen sind zunächst die maximale resultierende Belastung $F_{res,max}$ und die dynamische äquivalente Belastung P zu berechnen. Diese repräsentativen Belastungen sind definiert als die Belastungen, die den gleichen Einfluss auf die Lebensdauer und die statische Tragsicherheit s_0 haben, wie die Gesamtheit der tatsächlichen Lastfälle.

Es wird beschrieben, wie bei Belastungen vorzugehen ist, die nicht senkrecht und nicht auf die Mitte des Schienenführungssystems

wirken ►12|1.1.8.1 ►14|1.1.8.3. Außerdem ist der Umgang mit zeitvariablen Belastungen und positionsvariablen Belastungen erläutert ►15|1.1.8.4.

1.1.8.1 Übertragung externer Belastungen auf F_y , F_z , M_x , M_y , M_z

Für die folgenden Berechnungen ist es notwendig, die tatsächliche Anwendung mit den Definitionen des Schaeffler-Koordinatensystems zu betrachten. Die Bewegungsrichtung wird als x-Achse definiert. Der Ursprung des Koordinatensystems wird auf die Mitte der Wälzkörpereinheit gelegt und von dort aus werden alle Hebelarme in x-Richtung gemessen. Das bedeutet, dass das Koordinatensystem beweglich ist und sich die Hebelarme bei Bewegung der Schienenführung ändern. Für die anderen Richtungen liegt der Koordinatenursprung symmetrisch zwischen den Wälzkörpereinheiten bei $B_1/2$ und auf der Mittenhöhe der Führungsschiene.

In einem zweiten Schritt müssen alle Nutzlasten, die Auswirkungen auf das Schienenführungssystem haben, erfasst werden. Belastungsrichtungen und Hebelarme dürfen dabei nicht außer Acht gelassen werden.

Die einzelnen Belastungen werden in 5 Werten zusammengefasst: F_y , F_z , M_x , M_y , M_z .

Diese werden wie folgt berechnet:

f17

$$F_y = \sum_{i=1}^u F_{y,i}$$

f18

$$F_z = \sum_{i=1}^u F_{z,i}$$

f19

$$M_x = -\sum_{i=1}^u F_{y,i} \cdot z_i + \sum_{i=1}^u F_{z,i} \cdot y_i$$

f110

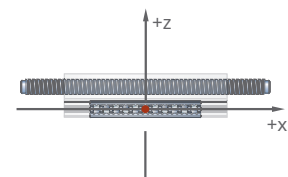
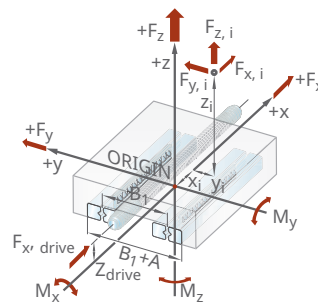
$$M_y = \sum_{i=1}^u F_{x,i} \cdot z_i - \sum_{i=1}^u F_{z,i} \cdot x_i$$

f111

$$M_z = -\sum_{i=1}^u F_{x,i} \cdot y_i + \sum_{i=1}^u F_{y,i} \cdot x_i$$

$F_{x,i}$, $F_{y,i}$, $F_{z,i}$	N	externe Belastungen in x-Richtung, y-Richtung, z-Richtung
F_y , F_z	N	zusammengefasste Kräfte (Belastung) in y-Richtung oder z-Richtung
i	-	Zähler für externe Belastungen
M_x , M_y , M_z	Nm	zusammengefasste Momentbelastungen in x-Richtung, y-Richtung oder z-Richtung
U	-	Anzahl gleichzeitig wirkender Belastungen
x_i , y_i , z_i	mm	Hebelarme für externe Belastungen

1 Definition des Koordinatensystems



001BF756

! Die 5 Werte, F_y , F_z , M_x , M_y und M_z , sind unabhängig von der konkreten Geometrie des Schienenführungssystems.

Zur Durchführung der nächsten Berechnungsschritte müssen die Art und Länge der Wälzkörpereinheit ausgewählt und die zugehörigen Kennwerte C , C_0 und L_T definiert werden. Zusätzlich ist ein Wert für den mittleren Abstand zwischen den Wälzkörpereinheiten, B_1 , zu definieren.

1.1.8.2 Vorspannkraft

Die durch die Vorspannung erzeugte Zusatzlast bei eingespannter Anordnung der Schienenführungen ist bei der Auslegung zu berücksichtigen. Der Beiwert für die Vorspannung f_{Pr} ist abhängig von der Art der Wälzkörpereinheit ► 51 | 1.10.12.

Bei eingespannter Anordnung gilt:

f12

$$C_{\text{eff}} = C_{\text{eff slide}}$$

f13

$$F_{Pr} = C_{\text{eff}} \cdot f_{Pr}$$

C_{eff}	N	effektive dynamische Tragzahl
$C_{\text{eff slide}}$	N	effektive dynamische Tragzahl des Schlittens
F_{Pr}	N	Vorspannkraft
f_{Pr}	%	Beiwert für die Vorspannung

1.1.8.3 Kombinierte Lagerbelastung

Die Belastungswerte F_y , F_z , M_x , M_y und M_z werden zu einer kombinierten Lagerbelastung addiert.

f14

$$F_{\text{comb}} = |F_y| + |F_z| + \left(\left| \frac{2000 \cdot M_x}{B_1} \right| + \left| \frac{6000 \cdot M_y}{L_T} \right| + \left| \frac{6000 \cdot M_z}{L_T} \right| \right)$$

Die resultierende Lagerbelastung F_{res} , die die Vorspannkraft F_{Pr} beinhaltet, wird für die statische Auslegung verwendet.

f15

$$F_{\text{res}} = F_{Pr} + F_{\text{comb}} = F_{Pr} + |F_y| + |F_z| + \left(\left| \frac{2000 \cdot M_x}{B_1} \right| + \left| \frac{6000 \cdot M_y}{L_T} \right| + \left| \frac{6000 \cdot M_z}{L_T} \right| \right)$$

Für die dynamische Auslegung kommt die dynamische äquivalente Belastung P zum Einsatz, die den Beiwert f_s für die Hublänge berücksichtigt.

f16

$$P = f_s \cdot F_{\text{res}} = f_s \cdot \left[F_{Pr} + |F_y| + |F_z| + \left(\left| \frac{2000 \cdot M_x}{B_1} \right| + \left| \frac{6000 \cdot M_y}{L_T} \right| + \left| \frac{6000 \cdot M_z}{L_T} \right| \right) \right]$$

B_1	mm	mittlerer Abstand zwischen den Wälzkörpereinheiten
F_{comb}	N	kombinierte Lagerbelastung
F_{Pr}	N	Vorspannkraft
F_{res}	N	resultierende Belastung
f_s	–	Beiwert für die Hublänge
F_y, F_z	N	zusammengefasste Kräfte (Belastung) in y-Richtung oder z-Richtung
L_T	mm	tragende Länge
M_x, M_y, M_z	Nm	zusammengefasste Momentbelastungen in x-Richtung, y-Richtung oder z-Richtung
P	N	dynamische äquivalente Lagerbelastung

1.1.8.4 Dynamische äquivalente mittlere Belastung

Die Formeln zur Berechnung der nominellen Lebensdauer basieren auf der Annahme, dass die Belastung und die Verfahrgeschwindigkeit konstant sind. Unter realen Bedingungen variieren die äußeren Belastungen, Verfahrspositionen und Verfahrgeschwindigkeiten jedoch in den meisten Fällen. Der Arbeitsablauf ist daher in Lastintervalle mit konstanten oder annähernd konstanten Bedingungen während der einzelnen Hübe zu unterteilen. Da sich die Hebelarme in x-Richtung mit der Bewegung der Schienenführung ändern, ändert sich auch die äquivalente dynamische Belastung kontinuierlich und für Berechnungen ohne den Einsatz elektronischer Hilfsmittel müssen Vereinfachungen vorgenommen werden. Zusammen ergeben diese einzelnen Lastintervalle, abhängig von der individuellen Hublänge, die dynamische äquivalente mittlere Belastung P_m .

17

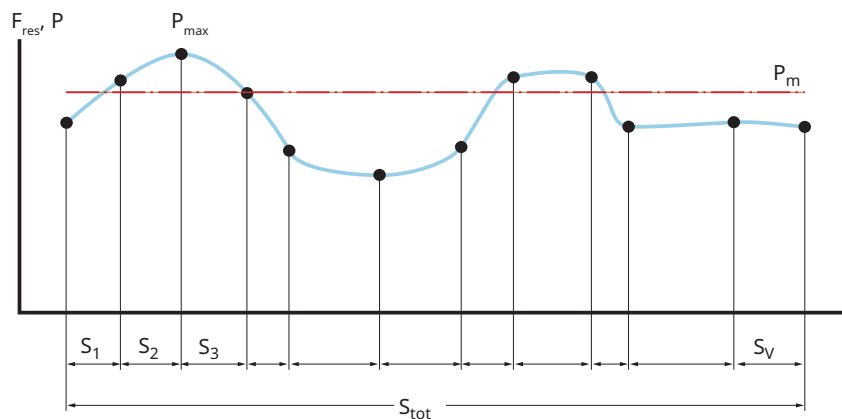
$$P_m = \sqrt[p]{\frac{\sum_{j=1}^V |P_j^p| \cdot S_j}{S_{\text{tot}}}}$$

18

$$S_{\text{tot}} = S_1 + S_2 + S_3 \dots + S_V$$

j	–	Zähler für Lastintervalle
P_j	N	dynamische äquivalente Belastung während eines bestimmten Lastintervalls
P_m	N	dynamische äquivalente mittlere Belastung
p	–	Lebensdauerexponent • Rollenlager $p = 10/3$ • Kugellager $p = 3$
S_j	mm	individuelle Hublänge eines bestimmten Lastintervalls
S_{tot}	mm	gesamte Hublänge
V	–	Anzahl der Lastintervalle

2 Variable Belastung einer Präzisionsschienenführung



00186629

1.1.8.5 Maximale resultierende Belastung

Tritt die maximale Belastung während der Bewegung der Linearführung auf, so wird für die Berechnung der statischen Tragsicherheit s_0 der maximale Wert von F_{res} benötigt. Dazu müssen alle Belastungen für die einzelnen Hublängen berechnet werden. Mit diesen Werten kann die maximale resultierende Belastung $F_{res, max}$ ermittelt und anschließend in die Gleichung für s_0 eingesetzt werden.

f19

$$F_{res, max} = \max_{j=1}^v |F_{res, j}|$$

f20

$$F_{res, max} = \max_{j=1}^v \left[F_{Pr} + |F_y| + |F_z| + \left(\left| \frac{2000 \cdot M_x}{B_1} \right| + \left| \frac{6000 \cdot M_y}{L_T} \right| + \left| \frac{6000 \cdot M_z}{L_T} \right| \right) \right]$$

B_1	mm	mittlerer Abstand zwischen den Wälzkörpereinheiten
$F_{res, j}$	N	resultierende Belastung während eines bestimmten Lastintervalls
$F_{res, max}$	N	maximale resultierende Belastung
F_{Pr}	N	Vorspannkraft
F_y	N	Lagerbelastung in y-Richtung
F_z	N	Lagerbelastung in z-Richtung
j	-	Zähler für Lastintervalle
L_T	mm	tragende Länge
M_x, M_y, M_z	Nm	zusammengefasste Momentbelastungen in x-Richtung, y-Richtung oder z-Richtung
v	-	Anzahl der Lastintervalle

P_0 , die maximale statische Last im Stillstand, wird mittels einer ähnlichen Formel berechnet. Für die Berechnung des statischen Sicherheitsfaktors s_0 wird entweder P_0 oder $F_{res, max}$ eingesetzt, je nachdem welcher Wert größer ist.

1.1.9 Bestimmung der wirksamen Tragzahl

Für eine Schienenführung bestehend aus 4 Präzisionsschienen und 2 Wälzkörpereinheiten mit einer individuellen Anzahl von Wälzkörpern errechnen sich die effektiven dynamischen und statischen Tragzahlen wie folgt:

f121

$$C_{0, \text{eff slide}} = f_{h0} \cdot f_t \cdot C_{0, 10} \cdot \frac{2 \cdot z_T}{10 \cdot f_1}$$

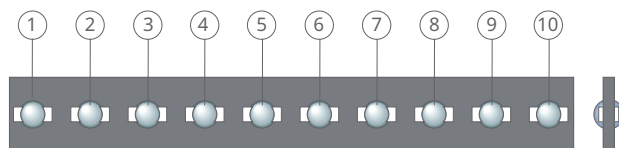
f122

$$C_{\text{eff slide}} = f_h \cdot f_t \cdot C_{10} \cdot \left(\frac{2 \cdot z_T}{10 \cdot f_1} \right)^w$$

$C_{\text{eff slide}}$	N	effektive dynamische Tragzahl des Schlittens
$C_{0, \text{eff slide}}$	N	effektive statische Tragzahl des Schlittens
$C_{0, 10}$	N	effektive statische Tragzahl einer Schienenführung mit einer bestimmten Anzahl tragender Wälzkörper
C_{10}	N	dynamische Tragzahl einer Schienenführung mit einer bestimmten Anzahl tragender Wälzkörper
f_h	-	Beiwert für die Härte bei dynamischer Belastung
$f_{h,0}$	-	Beiwert für die Härte bei statischer Belastung
f_t	-	Beiwert für die Betriebstemperatur
f_1	-	Beiwert für die Lastrichtung
w	-	Wälzkörperexponent • Rollen $w = 7/9$ • Kugeln $w = 0,7$
z_T	-	Anzahl tragender Wälzkörper

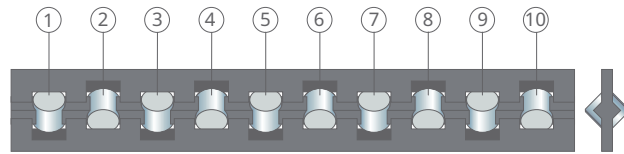
Die in den Produkttabellen angegebenen Tragzahlen C_{10} und $C_{0,10}$ gelten für eine Schienenführung mit einer Lastrichtung und Anzahl an Wälzkörpern wie dargestellt.

3 10 tragende Kugeln



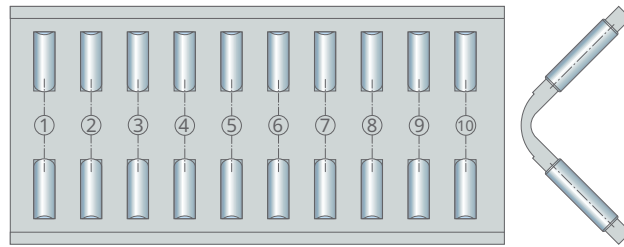
001BF758

4 10 tragende Kreuzrollen



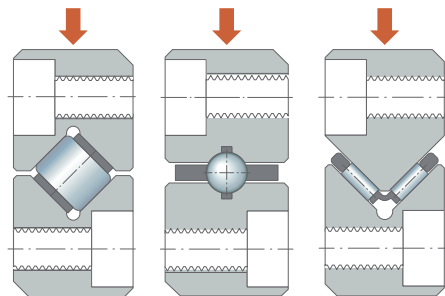
001BF75C

5 20 tragende Nadelrollen



001BF75D

6 Lastrichtung



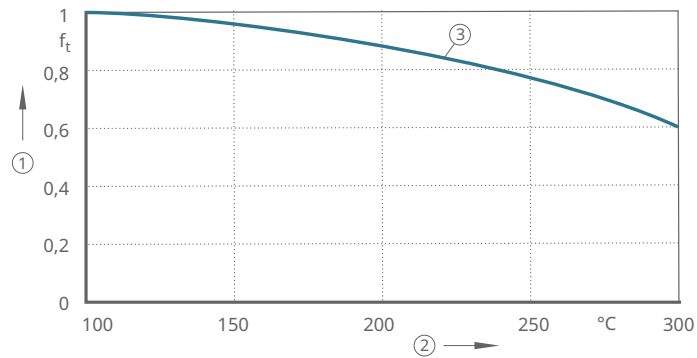
001BF75A

1.1.10 Einflussfaktoren

1.1.10.1 Einfluss der Betriebstemperatur, Beiwert f_t

Wird eine Präzisionsschienenführung ohne Kunststoffkäfig dauerhaft bei Betriebstemperaturen über $+120\text{ °C}$ eingesetzt, sinken die Tragzahlen. In solchen Fällen ist der Beiwert für die Betriebstemperatur f_t zu berücksichtigen.

7 Beiwert f_t für den Einfluss der Betriebstemperatur



001BBD00

1	Beiwert f_t	2	Temperatur
3	temperaturabhängige Beiwerte f_t		

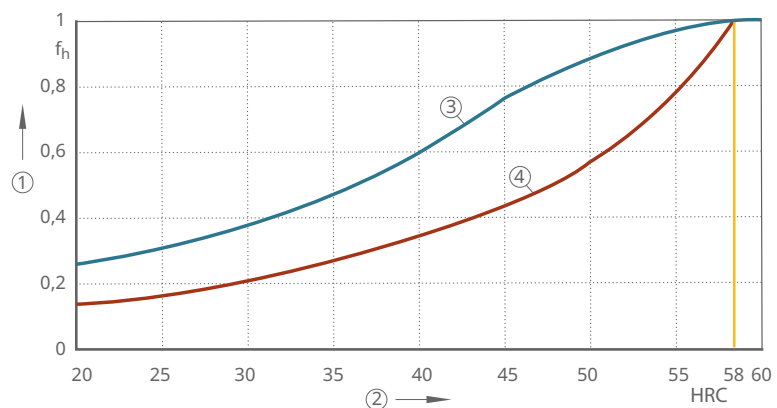
1.1.10.2 Einfluss der Härte, Beiwert f_h

Die Tragfähigkeit der Wälzkörpereinheit kann nur dann voll genutzt werden (Beiwerte = 1), wenn die Oberflächenhärte der Führungsschienen mindestens 58 HRC beträgt. Wenn Führungsschienen aus korrosionsbeständigem oder säurebeständigem Stahl verwendet werden, der eine geringere Oberflächenhärte aufweist, müssen die Werte für f_h und f_{h0} verwendet werden. Dies gilt auch, wenn Wälzkörper mit geringerer Härte, z.B. aus korrosionsbeständigem Stahl, eingesetzt werden.



Die in den Produkttabellen angegebenen statischen und dynamischen Tragzahlen für Wälzkörpereinheiten mit ACSM sind bereits reduziert, da diese standardmäßig mit Führungsschienen aus korrosionsbeständigem Stahl geliefert werden. Es ist daher nicht erforderlich die Beiwerte erneut anzuwenden.

8 Beiwert f_h für den Einfluss der Härte



001BBD05

1	Beiwert f_h	2	Härte
3	f_{h0}	4	f_h

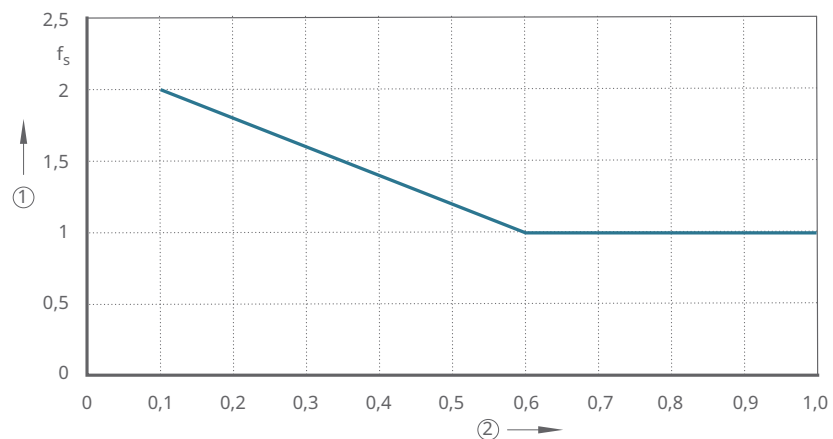
1.1.10.3 Einfluss der Hublänge, Beiwert f_s

Bei der Festlegung der Betriebsbedingungen zur Ermittlung der nominellen Lebensdauer wird davon ausgegangen, dass der Bezugshub der Schienenführung der Länge der Wälzkörpereinheit entspricht. Bei Präzisionsschienenführungen trifft dies jedoch in den seltensten Fällen zu. Umfangreiche Versuche haben gezeigt, dass sich die Lebensdauer einer unter Kurzhubbedingungen betriebenen Präzisionsschienenführung verringert. Das Verhältnis von individueller Hublänge zu Länge der Wälzkörpereinheit und dessen Einfluß auf den Beiwert f_s ist in nachfolgender Graphik abgebildet. Liegen mehrere Lastintervalle mit identischer Bewegungsrichtung vor, so sind deren einzelne Hübe zu summieren.

f123

$$\sum_{j=A}^B S_j / (L_T - t_3)$$

A	–	Startpunkt der Bewegung in eine Richtung
B	–	nächster Umkehrpunkt
j	–	Zähler für Lastintervalle
L_T	mm	tragende Länge
S_j	mm	individuelle Hublänge eines bestimmten Lastintervalls
t_3	mm	Länge des ACS-Systems

9 Beiwert f_s für den Einfluss der Hublänge

001BBCFF

1 Beiwert f_s

2 ►20| f123

Bis zu einem Verhältnis von Hublänge zu Käfiglänge von 0,6 ist die Abnahme der Lebensdauer unbedeutend. Bei geringeren Werten wird die dynamische äquivalente Belastung mit Hilfe des Beiwertes f_s angepasst. Treten Werte unter 0,1 auf, so ist aufgrund der ungünstigen tribologischen Verhältnisse eine Berechnung der Lebensdauer nicht mehr möglich. Die unter diesen Bedingungen vorliegende nominelle Lebensdauer ist im Wesentlichen durch die Gleitverhältnisse im Wälzkontakt bestimmt.

1.1.10.4 Einfluss der Lastrichtung, Beiwert f_1

Präzisionsschienenführungen können den jeweiligen Anforderungen entsprechend in verschiedenen Anordnungen eingebaut werden. Dem Einfluss der jeweiligen Anordnung auf die Tragzahlen wird mit dem Beiwert f_1 für die Lastrichtung Rechnung getragen.

Eingespannte Anordnung

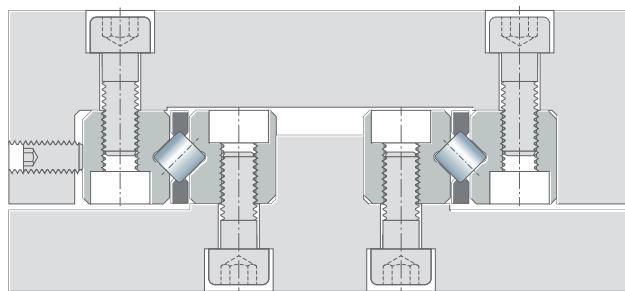
Präzisionsschienenführungssysteme werden vorwiegend in eingespannter Anordnung eingebaut, da dies mit folgenden Vorteilen verbunden ist:

- Die Vorspannung des Systems kann entsprechend den Anforderungen an die Systemsteifigkeit und Laufgenauigkeit eingestellt werden.
- Das System kann Belastungen und Momente aus beliebigen Richtungen aufnehmen.
- Der geringe Querschnitt ermöglicht eine kompakte Konstruktion.

Eingespannte Schienenführungssysteme bestehen in der Regel aus 2 gleichen Präzisionsschienenführungen, in Summe 4 Präzisionsschienen, 2 Wälzkörpereinheiten und ggf. 8 Endstücken.

Der Beiwert für die Lastrichtung $f_1 = 2$.

10 Eingespannte Anordnung



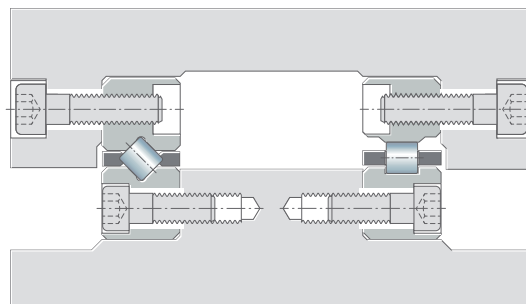
001BF75E

Aufliegende Anordnung

Ein aufliegendes Schienenführungssystem besteht aus einem Festlager, z. B. einer Schienenführung LWR, die die Führung in Längsrichtung und Querrichtung übernimmt und einer weiteren Schienenführung mit 2 ebenen Laufbahnen, die als Loslager frei aufliegt. Bei derartigen Anordnungen ist darauf zu achten, dass beide Führungssysteme gleiche Tragzahlen und Steifigkeiten aufweisen. Aufliegende Schienenführungssysteme können nur überwiegend senkrecht auf die Führung wirkende Lasten aufnehmen. Sie sind dafür jedoch hoch belastbar und einfach zu montieren. Sie kommen dann vorteilhaft zum Einsatz, wenn thermisch bedingte Längenänderungen kompensiert werden müssen oder große Stützweiten zu überbrücken sind.

Der Beiwert für die Lastrichtung $f_1 = 1$.

11 Aufliegende Anordnung



001BF75F

1.1.10.5 Einfluss der Kinematik der Schienenführung

Je nach Anwendung und unter Berücksichtigung der Platzverhältnisse, der Hublänge und der Umgebungsbedingungen können Präzisionsschienenführungen unterschiedlich konzipiert werden.

Bei der Auslegung einer Schienenführung und Wälzkörpereinheit stehen entweder die Anforderungen an Geometrie und Bauraum oder die Anforderungen an Tragfähigkeit und Steifigkeit im Vordergrund. Im ersten Fall wird die maximal anwendbare Käfiglänge in Abhängigkeit von Hub und Schienenlänge berechnet. Wenn jedoch die Anforderungen an die Tragfähigkeit oder Steifigkeit die Länge der Wälzkörpereinheit bestimmen, werden die angegebenen Gleichungen umgewandelt. In diesem Fall wird die Länge der Schienen in Abhängigkeit von der Länge des Käfigs und der Hublänge berechnet.

Nicht überlaufendes Schienensystem ohne Abstreifer

Die Wälzkörpereinheit legt stets die Hälfte des von der beweglichen Schiene zurückgelegten Weges zurück und verbleibt zwischen den beiden Schienen.

Bei vorgegebener Geometrie:

f124

$$L_{\text{cage, max}} = L_{\text{rail}} - 0,5 \cdot S - t_4$$

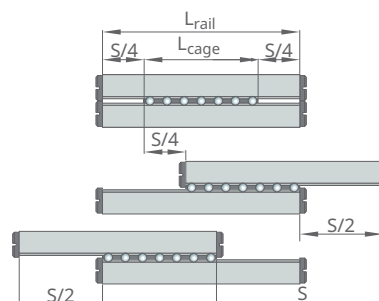
Bei durch nominelle Lebensdauer und die Steifigkeit definierter Länge der Wälzkörpereinheit:

f125

$$L_{\text{rail, min}} = L_{\text{cage}} + t_4 + 0,5 \cdot S$$

L_{cage}	mm	Länge der Wälzkörpereinheit
$L_{\text{cage, max}}$	mm	maximale Länge der Wälzkörpereinheit
L_{rail}	mm	Länge der Führungsschiene
$L_{\text{rail, min}}$	mm	Mindestlänge der Führungsschiene
S	mm	Hub
t_4	mm	ACS-Reserve

12 Kinematik bei nicht überlaufendem Schienensystem ohne Abstreifer: mittlere Position (oben), Endposition rechts (mittig), Endposition links (unten)



001BF761

Schienensystem mit Abstreifer

Wenn eine Abdichtung mit Abstreifern erforderlich ist, muss sichergestellt werden, dass die Lippen der Abstreifer über die gesamte Verfahrstrecke zur Laufbahn der Gegenschiene abdichten. In der Regel weist die Schienenführung 2 unterschiedlich lange Schienen auf. Die Abstreifer sind an der kürzeren Schiene angebracht, deren Länge nach den Formeln im vorigen Abschnitt bestimmt wird.

Die Mindestlänge der langen Schiene ist:

f)26

$$L_{\text{rail, long, min}} = L_{\text{cage}} + t_4 + 1,5 \cdot S + 2 \cdot L_1$$

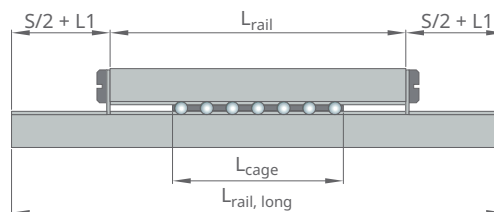
Bei vorgegebener Geometrie:

f)27

$$L_{\text{cage, max}} = L_{\text{rail, long}} - 1,5 \cdot S - 2 \cdot L_1 - t_4$$

L_{cage}	mm	Länge der Wälzkörpereinheit
$L_{\text{cage, max}}$	mm	maximale Länge der Wälzkörpereinheit
$L_{\text{rail, long}}$	mm	Länge der langen Führungsschiene
$L_{\text{rail, long, min}}$	mm	Mindestlänge der langen Führungsschiene
L_1	mm	Dicke des Endstücks mit Abstreifer
S	mm	Hub
t_4	mm	ACS-Reserve

13 Kinematik bei Schienensystem mit Abstreifer



001BF763

Überlaufendes Schienensystem ohne Abstreifer

Wenn eine kurze Präzisionsschiene auf einer langen Schiene verfährt, sind überlaufende Wälzkörpereinheiten zu bevorzugen. Es ist wichtig, dass die kurze Schiene an beiden Schienenenden einen Einlaufradius aufweist (bei Bestellung bitte das Nachsetzzeichen EG angeben), sodass die überlaufende Wälzkörpereinheit eine möglichst geringe Pulsation verursacht. Nicht jeder Käfig ist hierfür geeignet. Der maximale Käfigüberlauf (freie Länge des Käfigs) ist von der Ausrichtung der Schienen und dem Käfigmaterial abhängig. Hat der Bauraum oberste Priorität, so berechnet sich die Länge der Komponenten wie folgt:

f128

$$L_{\text{cage, max}} = L_{\text{rail, long}} - 0,5 \cdot S - t_4$$

und

f129

$$L_{\text{rail, short}} = L_{\text{rail, long}} - S$$

Wenn die Steifigkeit oder Tragfähigkeit des Schienensystems vorrangige Bedeutung hat, sind folgende Formeln anzuwenden:

f130

$$L_{\text{rail, long}} = L_{\text{cage}} + t_4 + 0,5 \cdot S$$

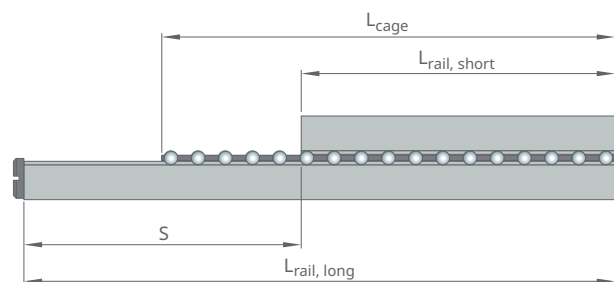
und

f131

$$L_{\text{rail, short}} = L_{\text{rail, long}} - S$$

L_{cage}	mm	Länge der Wälzkörpereinheit
$L_{\text{cage, max}}$	mm	maximale Länge der Wälzkörpereinheit
$L_{\text{rail, long}}$	mm	Länge der langen Führungsschiene
$L_{\text{rail, short}}$	mm	Länge der kurzen Führungsschiene
S	mm	Hub
t_4	mm	ACS-Reserve

14 Kinematik bei überlaufendem Schienensystem ohne Abstreifer



0018F767

Die genaue Position der ACS-Verzahnung auf der Führungsschiene variiert von Fall zu Fall. Wenn 2 Führungsschienen mit ACS-Verzahnung mittig zueinander angeordnet sind, kann folgendes vorliegen:

- 2 Zähne beider Zahnstangen liegen gegenüber
- 1 Zahn und 1 Lücke der beiden Zahnstangen liegen gegenüber
- alles zwischen diesen beiden Fällen

Um der resultierenden Exzentrizität des ACS-Zwangsführungselements Rechnung zu tragen, wird in den Gleichungen zur Auslegung einer Schienenführung das Maß t_4 eingesetzt. Bei Führungen ohne ACS(x) gilt: $t_4 = 0$.

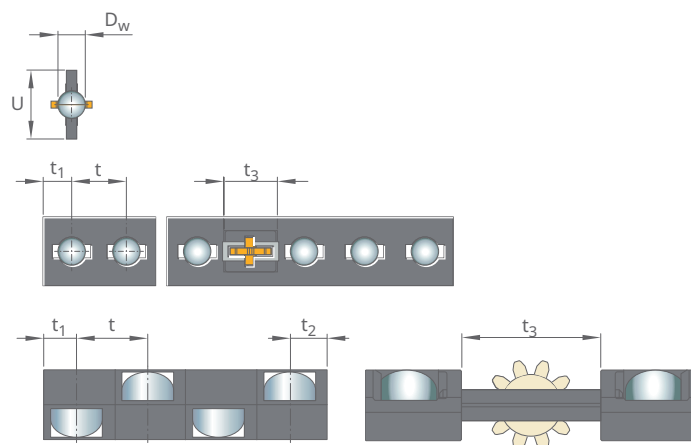
1.1.10.6 Anzahl der Wälzkörper z und z_T

Nach der Berechnung der maximalen Käfiglänge $L_{\text{cage, max}}$ und der Schienenlänge entsprechend der erforderlichen Geometrie ist die Anzahl der Wälzkörper z zu berechnen, damit die richtige Länge der Wälzkörpereinheit bestellt werden kann. Abhängig von den verschiedenen Kinematiken muss die Anzahl der tragenden Wälzkörper z_T für die Berechnung der Lebensdauer definiert werden.

Die folgende Übersicht zeigt die Formeln zur Berechnung der Werte z und z_T . Für Kinematiken, bei denen die Wälzkörpereinheit ausschließlich zwischen den Schienen verbleibt (nicht überlaufende Schienenführung ohne Abstreifer und Schienenführung mit Abstreifer) und alle Wälzkörper Last tragen, gilt $z = z_T$. Bei überlaufenden Führungssystemen können nur die Wälzkörper unterhalb der kurzen Schiene Last aufnehmen, sodass z_T anders berechnet werden muss. Die Formeln verwenden die Funktion Trunkieren (TRUNC), damit sich eine integrale Anzahl von Wälzkörpern ergibt. Somit kann für die Bestellung die tatsächliche Länge der Wälzkörpereinheit L_{cage} und die tragende Länge L_T , definiert als Abstand zwischen der Mitte des ersten tragenden Wälzkörpers und der Mitte des letzten Wälzkörpers, ermittelt werden. Zusätzlich sind die Formeln für die Einbaulänge L_{install} angegeben.

Werte für t , t_1 , t_2 und t_3 für die verschiedenen Wälzkörpereinheiten sind in den Produkttabellen angegeben. Ist kein Wert für t_2 gegeben, gilt: $t_2 = t_1$. Ist kein Wert für t_3 gegeben, gilt: $t_3 = 0$.

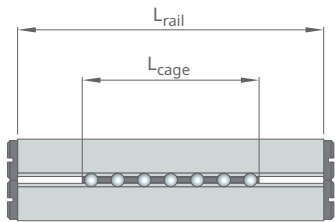
15 Bemaßung der Wälzkörpereinheit



001BF766

Nicht überlaufende Schienenführung ohne Abstreifer (Standard)

16 Wälzkörper bei Kinematik mit nicht überlaufender Schienenführung ohne Abstreifer (Standard)



001BF765

f32

$$z = \text{TRUNC} \cdot \left(\frac{L_{\text{cage, max}} - t_1 - t_2 - t_3}{t} \right) + 1$$

f33

$$z_T = \text{TRUNC} \cdot \left(\frac{L_{\text{cage, max}} - t_1 - t_2 - t_3}{t} \right) + 1$$

f34

$$L_{\text{cage}} = (z - 1) \cdot t + t_1 + t_2 + t_3$$

f35

$$L_T = (z_T - 1) \cdot t + t_3$$

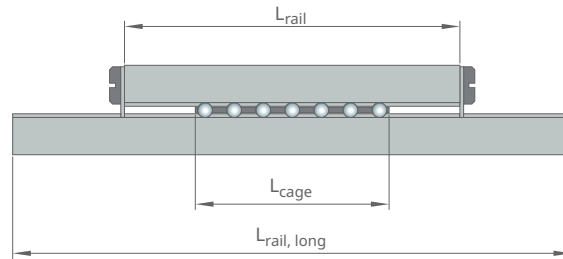
f36

$$L_{\text{install}} = L_{\text{rail}} + S + 2 \cdot L$$

L	mm	Dicke des Endstücks
L _{cage}	mm	Länge der Wälzkörpereinheit
L _{cage, max}	mm	maximale Länge der Wälzkörpereinheit
L _{install}	mm	Länge des Gesamtbauraums
L _{rail}	mm	Länge der Führungsschiene
L _T	mm	tragende Länge
t	mm	Wälzkörperteilung
t ₁	mm	Abstand Käfigende bis Mitte erster Wälzkörper
t ₂	mm	Abstand Käfigende bis Mitte erster Wälzkörper
t ₃	mm	Länge des ACS-Systems
z _T	-	Anzahl tragender Wälzkörper
z	-	Anzahl Wälzkörper

Schienenführung mit Abstreifer

17 Wälzkörper bei Kinematik mit Schienenführung mit Abstreifer



001BF769

f.37

$$z = \text{TRUNC} \cdot \left(\frac{L_{\text{cage, max}} - t_1 - t_2 - t_3}{t} \right) + 1$$

f.38

$$z_T = \text{TRUNC} \cdot \left(\frac{L_{\text{cage, max}} - t_1 - t_2 - t_3}{t} \right) + 1$$

f.39

$$L_{\text{cage}} = (z - 1) \cdot t + t_1 + t_2 + t_3$$

f.40

$$L_T = (z_T - 1) \cdot t + t_3$$

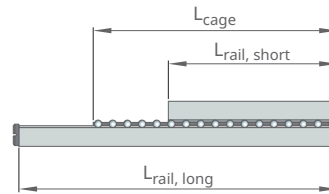
f.41

$$L_{\text{install}} = L_{\text{rail, long}}$$

L_{cage}	mm	Länge der Wälzkörpereinheit
$L_{\text{cage, max}}$	mm	maximale Länge der Wälzkörpereinheit
L_{install}	mm	Länge des Gesamtbauraums
$L_{\text{rail, long}}$	mm	Länge der langen Führungsschiene
L_T	mm	tragende Länge
t	mm	Wälzkörperteilung
t_1	mm	Abstand Käfigende bis Mitte erster Wälzkörper
t_2	mm	Abstand Käfigende bis Mitte erster Wälzkörper
t_3	mm	Länge des ACS-Systems
z_T	-	Anzahl tragender Wälzkörper
z	-	Anzahl Wälzkörper

Überlaufende Schienenführung ohne Abstreifer

18 Wälzkörper bei Kinematik mit überlaufender Schienenführung ohne Abstreifer



0018F76B

f142

$$z = \text{TRUNC} \cdot \left(\frac{L_{\text{cage, max}} - t_1 - t_2 - t_3}{t} \right) + 1$$

f143

$$z_T = \text{TRUNC} \cdot \left(\frac{L_{\text{rail, short}} - t_3 - 2 \cdot \text{EG}}{t} \right) + 1$$

f144

$$L_{\text{cage}} = (z - 1) \cdot t + t_1 + t_2 + t_3$$

f145

$$L_T = (z_T - 1) \cdot t + t_3$$

f146

$$L_{\text{install}} = L_{\text{rail, long}} + 2 \cdot L$$

EG	mm	Länge des Einlaufradius auf jeder Seite
L	mm	Dicke des Endstücks
L _{cage}	mm	Länge der Wälzkörpereinheit
L _{cage, max}	mm	maximale Länge der Wälzkörpereinheit
L _{install}	mm	Länge des Gesamtbauraums
L _{rail, long}	mm	Länge der langen Führungsschiene
L _{rail, short}	mm	Länge der kurzen Führungsschiene
L _T	mm	tragende Länge
t	mm	Wälzkörperteilung
t ₁	mm	Abstand Käfigende bis Mitte erster Wälzkörper
t ₂	mm	Abstand Käfigende bis Mitte erster Wälzkörper
t ₃	mm	Länge des ACS-Systems
z _T	-	Anzahl tragender Wälzkörper
z	-	Anzahl Wälzkörper

1.1.10.7 Einfluss der Geometrie des Schienenführungssystems

Als allgemeine Empfehlung für die Länge der Wälzkörpereinheit gilt:

- eingespannte Anordnung $L_{\text{cage}} = S$
- aufliegende Anordnung $L_{\text{cage}} = 1,5 \cdot S$

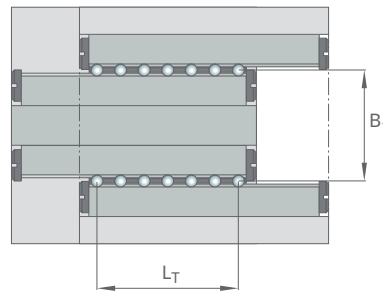
Es ist jedoch zu beachten, dass bei schwerer Belastung, außermittig angreifenden Belastungen oder Momentenbelastungen die längstmögliche Wälzkörpereinheit gewählt werden sollte, um sowohl eine gleichmäßige Lastverteilung als auch eine hohe Systemsteifigkeit zu erzielen. Zudem sollte der mittlere Abstand zwischen den Wälzkörpereinheiten B_1 die tragende Länge L_T nicht überschreiten.

f47

$$L_T > B_1$$

B_1	mm	mittlerer Abstand zwischen den Wälzkörpereinheiten
L_T	mm	tragende Länge

19 Einfluss der Geometrie des Schienenführungssystems



001BF76E

1.2 Berechnungsprogramm

Der gesamte Auslegungsprozess kann mit Hilfe des online Berechnungsprogramms **Linear Guide Calculator** von Schaeffler durchgeführt werden. Das browserbasierte, selbsterklärende Programm leitet den Anwender durch die einzelnen Eingabemasken und erstellt automatisch einen Bericht mit Eingaben und Berechnungsergebnissen. Die Benutzung ist kostenfrei.

20 Berechnungsprogramm Linear Guide Calculator



001C44C2

Weitere Informationen

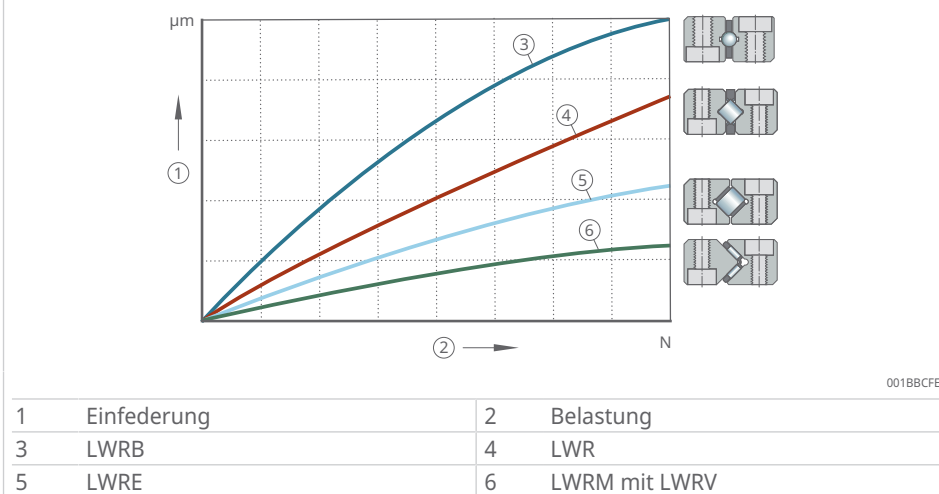
Linear Guide Calculator | Berechnungsprogramm

<https://www.schaeffler.de/std/2209>

1.3 Steifigkeit

Die Steifigkeit einer Präzisionsschienenführung ist definiert als das Verhältnis zwischen der auf die Führung wirkenden äußeren Belastung und der resultierenden elastischen Einfederung der Führung. Die Steifigkeit von Präzisionsschienenführungen ist neben deren Tragfähigkeit eines der wichtigsten Kriterien bei der Auswahl der Führung. Die elastische Einfederung eines Systems ist abhängig von der Größe und Richtung der externen Belastung, der Vorspannung und der Art der Schienenführung einschließlich Größe und Länge der Wälzkörpereinheit, sowie von den mechanischen Eigenschaften der Anschlusskonstruktion, einschließlich Verschraubungen und Fugen zwischen den Bauteilen. Bei einem vorgespannten Schienenführungssystem ist die Einfederung unter Last innerhalb eines gegebenen Lastbereichs geringer als bei einer nicht vorgespannten Schienenführung. Änderungen in der Kontaktgeometrie sind die Hauptfaktoren, die das allgemeine Steifigkeitsverhalten der verschiedenen Wälzkörpereinheiten beeinflussen.

21 Steifigkeitsverhalten verschiedener Wälzkörpertypen



1.3.1 Berechnung der Steifigkeit

Für den Anwender von Präzisionsschienenführungen ist es von besonderem Interesse, die elastische Einfederung der Einheit im Angriffspunkt der Last zu kennen. Zur überschlägigen Ermittlung dieser Kenngröße muss zunächst die durch die Wälzkörper verursachte elastische Verformung der Laufbahn δ mit Hilfe der Diagramme bestimmt werden. Der ermittelte Wert ist mit dem Korrekturfaktor f_k zu multiplizieren, um einen Näherungswert für die resultierende Einfederung δ_{res} des Präzisionsschienensystems einschließlich der aus Stahl gefertigten Umgebungsteile zu erhalten.

1.3.1.1 Bestimmung der elastischen Verformung mithilfe der Nomogramme

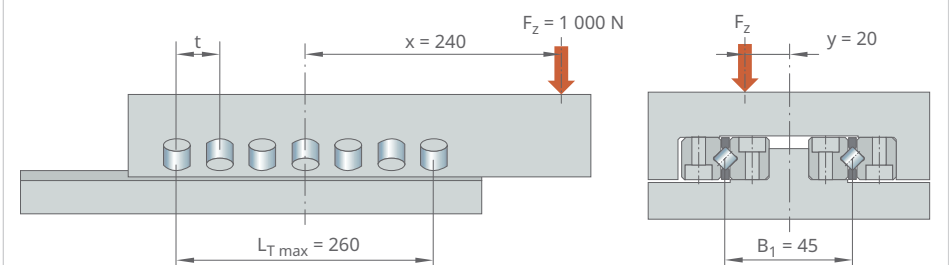
Für die Anwendung der abgebildeten Nomogramme sind zunächst die Belastungsverhältnisse in Bezug zu den mechanischen Abmessungen zu ermitteln und zu definieren, für welches Lastintervall und welche vorherrschende Einzelbelastung in z-Richtung die elastische Verformung

berechnet werden soll. Der Wälzkörperdurchmesser D_w und die Kontaktlänge des Wälzkörpers $L_{w\text{ eff}}$ können der Tabelle entnommen werden. Nach diesen Berechnungen kann die elastische Verformung im Lastangriffspunkt aus dem Nomogramm abgelesen werden. Die Nomogramme basieren auf eingespannten Führungen und sind den einzelnen Bauarten der Präzisions-schienenführungen zugeordnet.

3 Kontaktlänge und Durchmesser des Wälzkörpers

Kurzzeichen	D_w mm	$L_{w\text{ eff}}$ mm	Präzisionsschienenführung
LWJK 1,588	1,588	–	LWR
LWJK 2	2	–	LWR
LWAK 3	3	1,1	LWR
LWAL 6	6	2,4	LWR
LWAL 9	9	3,6	LWR
LWAL 12	12	5,4	LWR
LWAKE 3	4	2,3	LWRE
LWAKE 4	6,5	3,2	LWRE
LWAKE 6	8	4,7	LWRE
LWAKE 9	12	8,2	LWRE
LWHV 10	2	4,4	LWRM, LWRV, LWM, LWVV
LWHW 10	2	4,4	LWRM, LWRV, LWM, LWVV
LWHV 15	2	7,4	LWRM, LWRV, LWM, LWVV
LWHW 15	2	6,4	LWRM, LWRV, LWM, LWVV
LWHV 20	2,5	11,4	LWRM, LWRV, LWM, LWVV
LWHW 20	2,5	9,4	LWRM, LWRV, LWM, LWVV
LWHV 25	3	13,4	LWRM, LWRV, LWM, LWVV
LHHW 25	3,5	17,4	LWRM, LWRV, LWM, LWVV

22 Erforderliche Kenngrößen für die Berechnung der Beiwerte



001C358D

Vorbereitung

Bestimmung der Anzahl der tragenden Wälzkörper als Kontrollparameter für die Nomogramme:

Kreuzrollenkäfige

f48

$$z_{\text{Tnomo}} = 2 \cdot \left(\frac{L_T}{t} + 1 \right)$$

Kugelkäfige und Nadelrollenkäfige

f149

$$z_{Tnomo} = \frac{L_T}{t} + 1$$

Berechnung der durchschnittlichen Wälzkörperbelastung für:

Kreuzrollenkäfige

f150

$$Q = \frac{2 \cdot F_z}{z_{Tnomo}}$$

Kugelkäfige und Nadelrollenkäfige

f151

$$Q = \frac{F_z}{2 \cdot z_{Tnomo}}$$

Berechnung des Hebelverhältnisses R_x :

f152

$$R_x = \frac{x}{t}$$

Berechnung des Hebelverhältnisses R_y :

f153

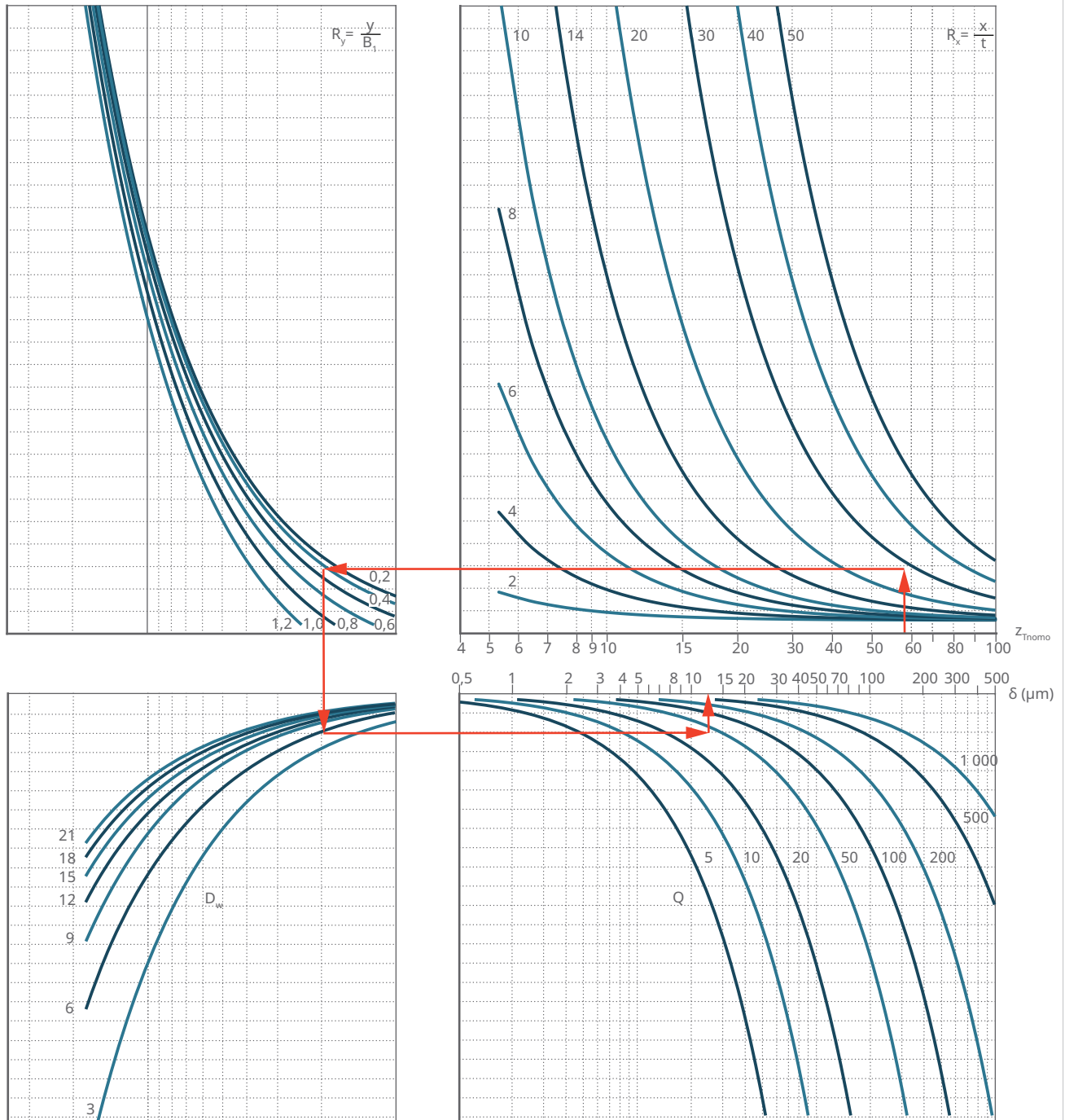
$$R_y = \frac{y}{B_1}$$

B_1	mm	mittlerer Abstand zwischen den Wälzkörpereinheiten
D_w	mm	Wälzkörperdurchmesser
F_z	N	Lagerbelastung in z-Richtung
t	mm	Wälzkörperteilung
L_T	mm	tragende Länge
$L_{w\ eff}$	mm	Kontaktlänge des Wälzkörpers
Q	N	durchschnittliche Belastung je Wälzkörper
x	mm	Abstand zwischen dem Mittelpunkt der Wälzkörpereinheit und dem Lastangriffspunkt
y	mm	Abstand zwischen dem Mittelpunkt der Schienenführungseinheit und dem Lastangriffspunkt
z_{Tnomo}	-	Anzahl der tragenden Wälzkörper (je Käfig oder bei Nadelrollen je Reihe)

Ablesen der elastischen Verformung im Nomogramm

Mit den im vorhergehenden Abschnitt ermittelten Werten kann nun die elastische Verformung δ im Nomogramm abgelesen werden.

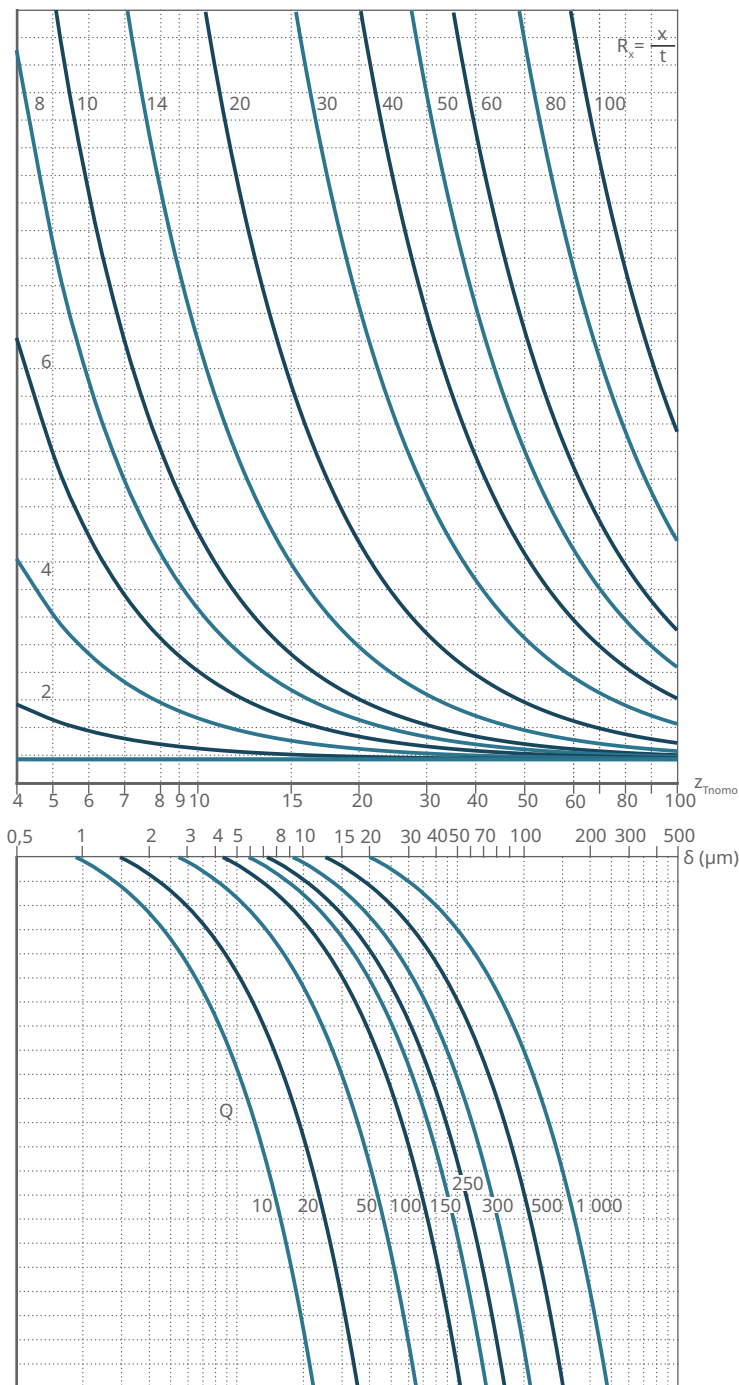
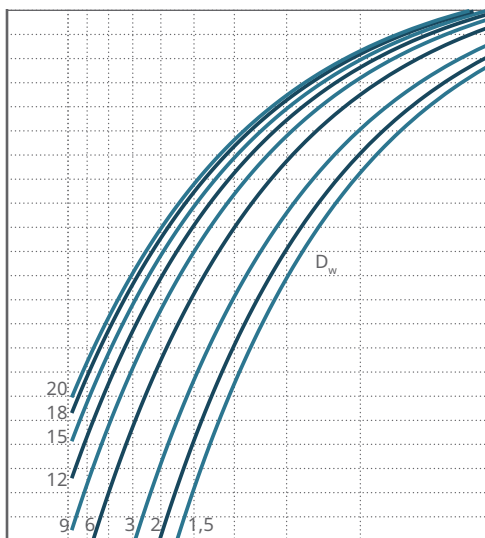
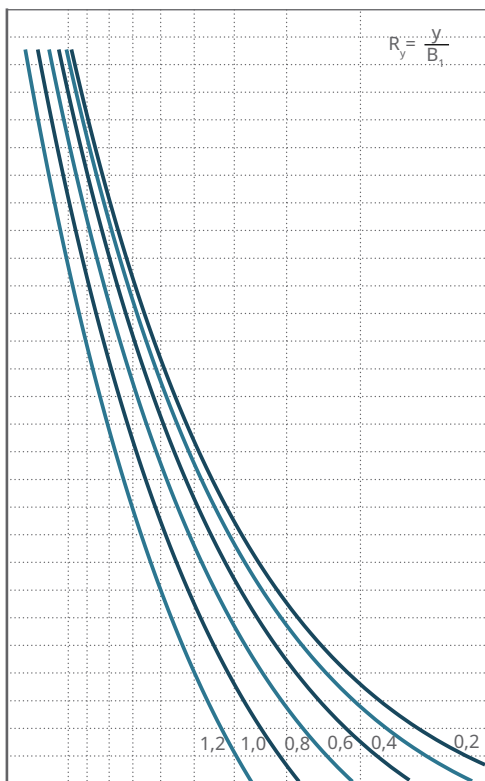
23 Elastische Verformung für Schienenführungen LWR mit Kreuzrollenkäfigen



001BBD0A

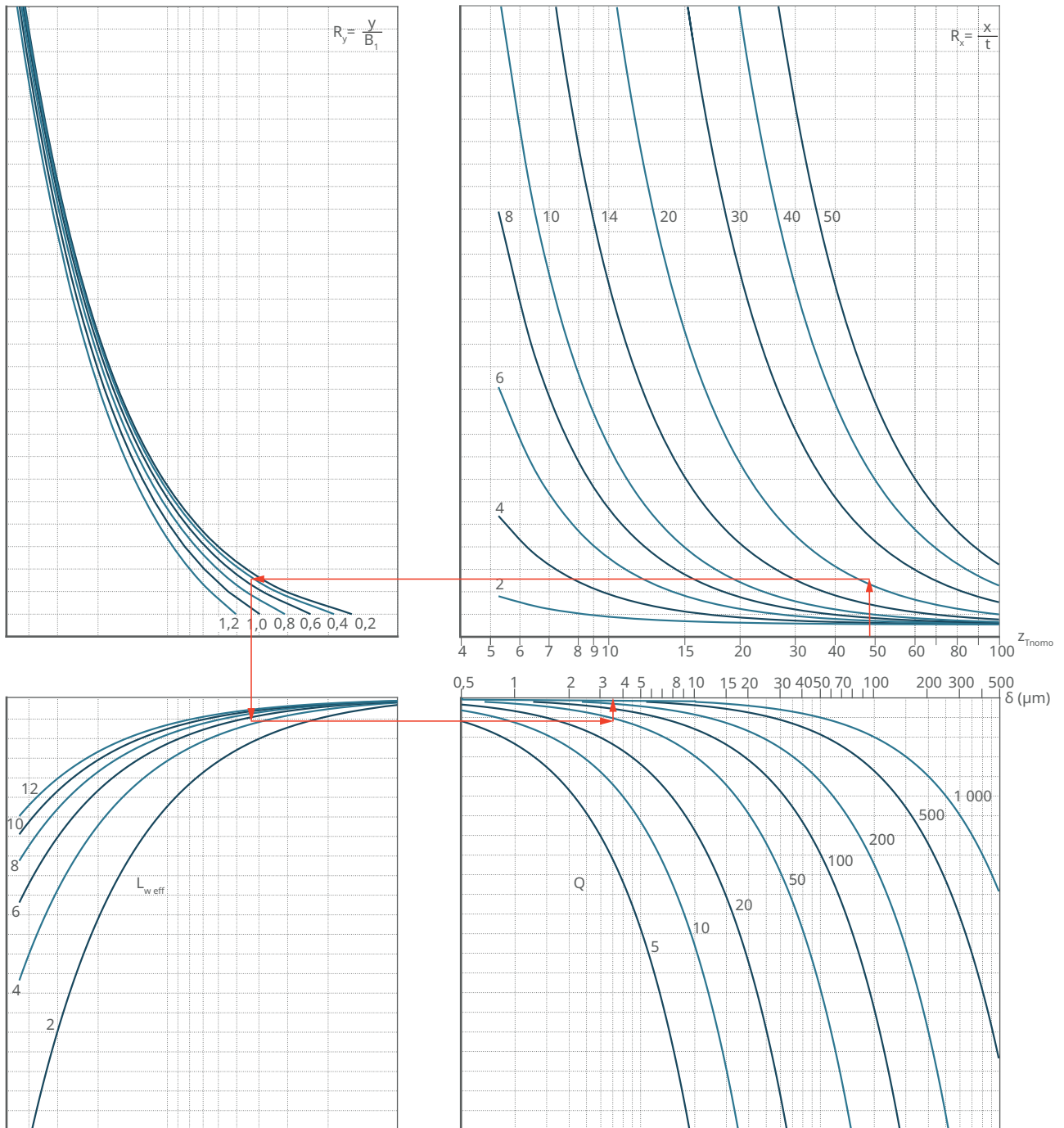
24 Elastische Verformung für Schienenführungen LWR mit Kugelkäfigen

1



001BBD0D

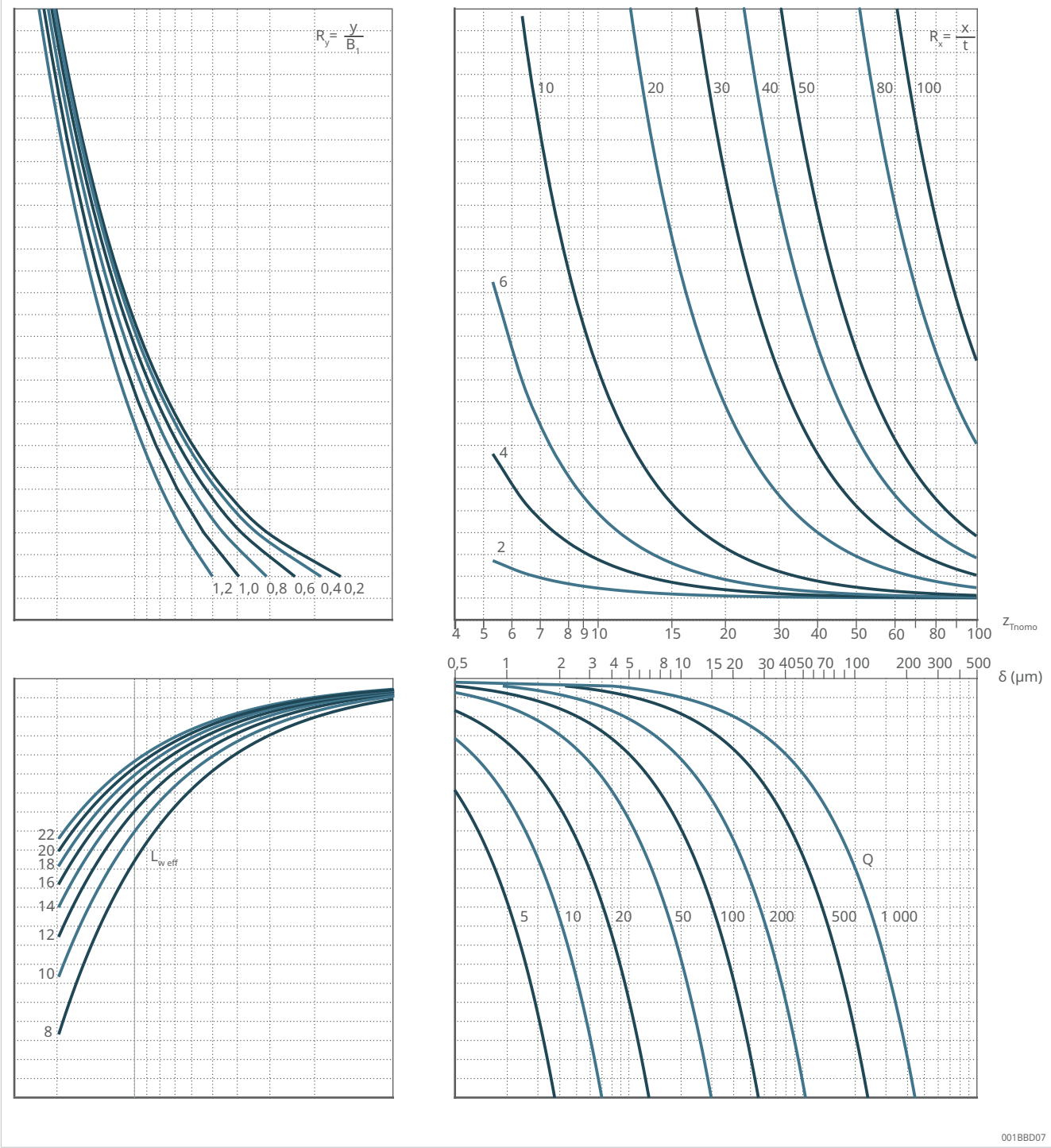
25 Elastische Verformung für Schienenführungen LWRE mit hochtragfähigen Kreuzrollenkäfigen



001BBD06

26 Elastische Verformung für Schienenführungen LWRM, LWRV, LWM und LWV mit Nadelrollenkäfigen

1



001BBD07

1.3.1.2 Ermittlung der resultierenden Einfederung eines Schienenführungssystem

Wird die gemessene elastische Einfederung eines kompletten Schlittensystems mit den Werten aus den Nomogrammen verglichen, so zeigt sich, dass die Steifigkeit des kompletten Schlittensystems deutlich geringer ist. Diese Diskrepanz ist hauptsächlich auf die ungleichmäßige Lastverteilung entlang der Führung zurückzuführen, die beispielsweise aus Formabweichungen, Parallelitätsabweichungen oder unsachgemäßer Montage resultiert. Das kann wiederum Schwankungen in der Belastung der einzelnen Wälzkörper entlang der Schienenführung zur Folge haben. Durch die Verwendung des Korrekturfaktors f_k , der auf dem Kontrollparameter z_{Tnomo} und der spezifischen Belastung eines Wälzkörpers k basiert, wird diesem Umstand Rechnung getragen.

Die entsprechenden Korrekturfaktoren sind folgenden Diagrammen zu entnehmen ▶38|☐28, ▶38|☐27. Bei Schienenführungen LWR mit Kugelkäfigen entsprechen die berechneten Werte den Messungen und es wird kein Faktor f_k benötigt.

Bestimmung der spezifischen Belastung pro Wälzkörper für:

Kreuzrollenkäfige LWR

f154

$$k = \frac{2 \cdot F_z}{z_{\text{Tnomo}} \cdot D_w^2}$$

Kreuzrollenkäfige LWRE

f155

$$k = \frac{2 \cdot F_z}{z_{\text{Tnomo}} \cdot D_w \cdot L_{w \text{ eff}}}$$

Nadelrollenkäfige

f156

$$k = \frac{F_z}{2 \cdot z_{\text{Tnomo}} \cdot D_w \cdot L_{w \text{ eff}}}$$

D_w	mm	Wälzkörperdurchmesser
F_z	N	Lagerbelastung in z-Richtung
k	N/mm ²	spezifische Belastung je Wälzkörper
$L_{w \text{ eff}}$	mm	Kontaktlänge des Wälzkörpers
z_{Tnomo}	-	Anzahl Wälzkörper als Kontrollparameter für das Nomogramm

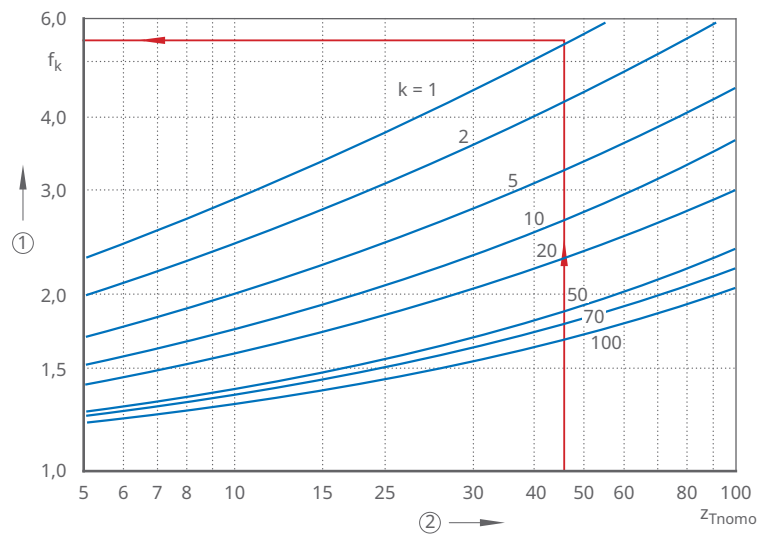
Berechnung der resultierenden Einfederung:

f157

$$\delta_{\text{res}} = f_k \cdot \delta$$

f_k	-	Korrekturfaktor
δ	μm	elastische Verformung
δ_{res}	μm	resultierende Einfederung

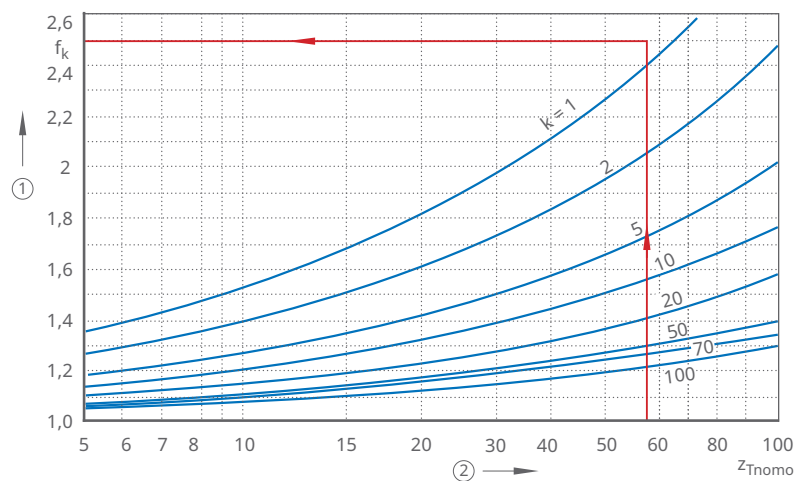
27 Korrekturfaktor f_k für LWRE, LWRM, LWRV, LWM und LWW



001BB114

1 Korrekturfaktor f_k 2 Kontrollparameter $z_{T \text{ nomo}}$

28 Korrekturfaktor f_k für LWR



001BB110

1 Korrekturfaktor f_k 2 Kontrollparameter $z_{T \text{ nomo}}$

1.3.1.3 Berechnungsbeispiel

Der Präzisionsschienenschlitten GCL 6400 wird in ausgefahrener Position mit einer Kraft von 1000 N beaufschlagt. Um die resultierende Einfederung der Schienenführung LWR 6 oder LWRE 6 am Lastangriffspunkt zu ermitteln sind Berechnungen nötig.

Für das Berechnungsbeispiel enthalten die Diagramme die Kennwerte und Kennlinien in roter Markierung ➤31| 22 ➤33| 23 ➤35| 25.

4 Berechnungsbeispiel

Parameter		Einheit	LWR	LWRE
Tragende Länge	L_T	mm	252	253
Wälzkörperteilung	t	mm	9	11
Anzahl der tragenden Wälzkörper	Z_{Tnomo}	–	58	48
Hebelverhältnis	$R_x = x : t$	–	26,7	21,8
Hebelverhältnis	$R_y = y : B_1$	–	0,44	0,44
Wälzkörperdurchmesser	D_W	mm	6	8
Kontaktlänge des Wälzkörpers	$L_{W\,eff}$	mm	2,4	4,7
Durchschnittliche Belastung je Wälzkörper	Q	N	34,5	41,7
Elastische Verformung	δ	μm	13	3,5
Spezifische Belastung je Wälzkörper	k	N/mm^2	0,96	1,1
Korrekturfaktor	f_k	–	2,5	5,4
Resultierende Einfederung	δ_{res}	μm	32,5	18,9

1

1.4 Reibung

Die Reibung in einem wälzgelagerten Präzisionsschienenführungssystem hängt neben der Belastung von einer Reihe weiterer Einflussfaktoren ab, vor allem von der Art der Führung und deren Größe, von der Verfahrensgeschwindigkeit und den Eigenschaften des verwendeten Schmierstoffs. Der gesamte Laufwiderstand einer Schienenführung setzt sich zusammen aus der Rollreibung und Gleitreibung in den Wälzkontakten, in den Berührungsflächen zwischen den Wälzkörpern und dem Käfig, aus der Schmierstoffreibung und aus der Gleitreibung von schleifenden Dichtungen oder Abstreifern. Bei normalen Betriebsbedingungen, Fettschmierung und guter Einbaugenauigkeit liegen die Reibungskoeffizienten zwischen 0,0005 und 0,004.

Schienenführungen mit Abstreifern weisen deutlich höhere Reibungskoeffizienten und eine erhöhte Losbrechkraft auf, da bei ihnen noch die Reibung der schleifenden Abstreifer hinzukommt.

1.5 Belastbarkeit

1.5.1 Erforderliche Mindestbelastung

Um bei höheren Geschwindigkeiten oder hohen Beschleunigungen schädliche Gleitbewegungen der Wälzkörper auf der Laufbahn zu vermeiden ist sicherzustellen, dass während der Bewegung stets eine Mindestbelastung von 2 % der dynamischen Tragzahl auf das Führungssystem wirkt. Dies ist insbesondere bei Anwendungen zu beachten, die Zyklen mit hoher Dynamik aufweisen. Präzisionsschienenführungen, die mit den Näherungswerten für das Drehmoment der Stellschraube vorgespannt sind ►51 | 1.10.12, erfüllen im Allgemeinen diese Anforderungen an die Mindestbelastung.

1.5.2 Zulässige maximale Belastung

Nach ISO 14728-1 darf die dynamische äquivalente mittlere Lagerbelastung P_m eines Präzisionsschienenführungssystems 50 % der dynamischen Tragzahl C für die Berechnung der Lagerlebensdauer nicht überschreiten. Höhere Werte im Betrieb führen zu ungleicher Lastverteilung und können die Lebensdauer der Lagerung erheblich reduzieren. Gemäß ISO 14728-2 sollte die maximale Belastung nicht größer als 50 % der statischen Tragzahl C_0 sein.

1.6 Beschleunigung und Geschwindigkeit

Sachgemäß und mit der richtigen Vorspannung eingebaute Präzisions-schienenführungen können bei Beschleunigungen bis zu 25 m/s^2 eingesetzt werden. Nadelrollenkäfige eignen sich für Beschleunigungen bis maximal 100 m/s^2 . Für Wälzkörpereinheiten mit ACSM liegt die maximale Beschleunigung bei 160 m/s^2 und für Wälzkörpereinheiten mit ACSZ bei 100 m/s^2 . Höhere Beschleunigungswerte sind je nach Lagerart, Lagergröße, beaufschlagter Last, Schmierstoff oder Vorspannung möglich. In solchen Fällen wenden Sie sich bitte an Schaeffler. Die angegebenen maximalen Beschleunigungswerte und die Begrenzung des Hubs aufgrund der vorliegenden Kinematik bestimmen die maximale Verfahrensgeschwindigkeit.

1.7 Temperaturbereich

Der zulässige Temperaturbereich für den Betrieb von Präzisionsschienenführungen ist maßgeblich von dem verwendeten Käfigtyp abhängig. Schienenführungen mit Metallkäfigen und Endstücken ohne Abstreifer können im Allgemeinen bei Temperaturen bis $+120 \text{ °C}$ eingesetzt werden. Für Schienenführungen mit Kunststoffkomponenten liegt der zulässige Temperaturbereich zwischen -30 °C und $+80 \text{ °C}$. Es ist zu beachten, dass auch der Temperaturbereich des verwendeten Schmierstoffs vor dessen Einsatz auf eventuelle Einschränkungen zu prüfen ist.

Dauerhaft höhere Temperaturen sind für Präzisionsschienenführungen ohne Kunststoffkomponenten möglich, führen aber in der Folge zu einer geringeren Werkstoffhärte und damit einer niedrigeren Tragfähigkeit ►18| 1.1.10.1. Die Laufgenauigkeit einer Schienenführung verschlechtert sich mit zunehmenden Temperaturen aufgrund von Umwandlungen im Werkstoffgefüge und daraus resultierenden Maßänderungen.

Bei Führungsschienen mit ACSZ-Verzahnung liegt die maximale Betriebstemperatur bei 180 °C .

1.8 Werkstoffe

Präzisionsführungsschienen werden standardmäßig aus Werkzeugstahl 90MnCrV8 (1.2842) mit einer Härte zwischen 58 und 62 HRC gefertigt. Auf Anfrage sind auch Schienen aus korrosionsbeständigem Stahl lieferbar, z. B. X90CrMoV18 (1.4112). Hierfür ist bei der Bestellung das Nachsetzzeichen HV anzugeben. Schienen der Baureihe LWRE ACSM werden grundsätzlich aus korrosionsbeständigem Stahl X46Cr13 (1.4034) oder X65Cr13 (1.4037) gefertigt. Die Härte der Führungsschienen aus korrosionsbeständigem Stahl liegt zwischen 54 und 58 HRC.

Die in den verschiedenen Wälzkörpereinheiten verwendeten Kugeln, Rollen oder Nadelrollen sind aus dem Wälzlagerstahl 100Cr6 (1.3505) mit einer Härte zwischen 58 und 68 HRC hergestellt. Wälzkörper aus korrosionsbeständigem Stahl sind teilweise auf Anfrage erhältlich.

Die Käfige der Wälzkörpereinheiten werden aus Kunststoff oder Aluminium hergestellt. Bei den Käfigen der Kreuzrolleneinheiten LWAKE kommt POM zum Einsatz. Alle anderen Wälzkörpereinheiten werden aus PA12 oder einem vergleichbaren Werkstoff gefertigt und sind zum Teil glasfaserverstärkt. Aluminium-Käfige bestehen aus AlMgSi0,5 (EN AW-6060). Bezüglich weiterer Käfigwerkstoffe wie z. B. PEEK, Stahl oder Messing wenden Sie sich an Schaeffler.

Endstücke werden standardmäßig aus brüniertem Stahl gefertigt. Die Standard-Endstücke sind auch vernickelt lieferbar. Hierfür ist bei der Bestellung das Nachsetzzeichen HV anzugeben. Endstücke mit Abstreifer werden aus Filz, thermoplastischem Polyurethan (TPUR) oder thermoplastischem Polyesterelastomer (TPC-ET) gefertigt.

1.8.1 Beschichtung

Für den Einsatz in korrosiver Umgebung können die Führungsschienen mit einer speziellen Dünnschicht-Verchromung versehen werden. Diese Beschichtung führt zu einer deutlichen Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit bei einer Härte von 900 bis 1300 HV und verbessert somit die Verschleißbeständigkeit unter kritischen Betriebsbedingungen. Mit dem Salzsprühstest nach DIN EN ISO 9227 konnte ein Korrosionsschutz über eine Dauer von 72 h nachgewiesen werden. Die mattgraue Beschichtung entspricht den Anforderungen der RoHS-Richtlinien. Die Tragfähigkeit des Schienensystems wird nicht beeinträchtigt. Aufgrund des elektrolytischen Verfahrens werden die Montagebohrungen sowie andere Vertiefungen oder Bohrungen möglicherweise nicht vollständig beschichtet. Bei der Bestellung ist das Nachsetzzeichen HD anzugeben.

1.9 Toleranzen

1.9.1 Genauigkeitsklasse der Präzisionsschienenführungen

Um den unterschiedlichen Anforderungen an die Genauigkeit von Schienenführungen entsprechen zu können, werden diese in den nachstehenden 3 Genauigkeitsklassen gefertigt, die sich nach der Parallelität der Laufbahnen zu den Referenzflächen richtet.

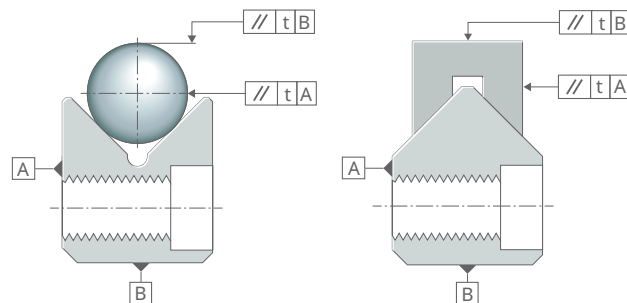
- **P10**
Schienen dieser Genauigkeitsklasse genügen den Anforderungen im allgemeinen Maschinenbau. Die Abweichung von der Parallelität beträgt bei einer 1000 mm langen Führungsschiene maximal 9 µm.
- **P5**
Genauigkeitsklasse P5 entspricht den im Werkzeugmaschinenbau üblichen Anforderungen an die Führungsgenauigkeit. Die Abweichung von der Parallelität bei einer 1000 mm langen Führungsschiene beträgt maximal 5 µm.
- **P2**
Die Genauigkeitsklasse P2 genügt höchsten Anforderungen an die Führungsgenauigkeit. Führungsschienen dieser Qualität sollten nur dort zum Einsatz kommen, wo auch die Anschlusskonstruktion eine entsprechend hohe Genauigkeit aufweist. Führungsschienen mit der Genauigkeit P2 werden von Schaeffler auf Anfrage gefertigt.

Wird bei der Bestellung keine Genauigkeitsklasse angegeben, werden Führungsschienen in Standard-Genauigkeit P10 geliefert.

5 Toleranz t der Parallelität der Laufbahnen zu den Referenzflächen

Länge der Führungsschiene L mm	Genauigkeitsklasse		
	P10 μm	P5 μm	P2 μm
$L \leq 100$	2	1	1
$100 < L \leq 200$	3	2	1
$200 < L \leq 300$	4	2	1
$300 < L \leq 400$	5	2	2
$400 < L \leq 500$	6	3	2
$500 < L \leq 600$	6	3	2
$600 < L \leq 700$	7	4	2
$700 < L \leq 800$	8	4	2
$800 < L \leq 900$	8	5	2
$900 < L \leq 1000$	9	5	2
$1000 < L \leq 1200$	10	6	3
$1200 < L \leq 1400$	11	6	3
$1400 < L \leq 1600$	12	7	3

29 Parallelität der Laufbahnen zu den Referenzflächen



001BF770

1.9.2 Genauigkeit der Wälzkörper

Die in den Käfigen von Präzisionsschienenführungen verwendeten Wälzkörper sind von sehr hoher Qualität und werden standardmäßig in definierten Güteklassen geliefert. Nadelrollenkäfige sind auf Nachfrage zusätzlich in der Güteklasse G1 lieferbar. Hierfür ist bei der Bestellung das Nachsetzzeichen G1 anzugeben.

6 Genauigkeit von Wälzkörpern

Wälzkörper	nach Norm	Güteklasse	Rundheit	Sortertoleranz
	-	-	μm	μm
Nadelrollen	nicht in DIN aufgeführt	G1	0,5	1
	DIN 5402-3	G2	1	2
Zylinderrollen	DIN 5402-1	G1	0,5	1
Kugeln	DIN 5401-1	G10	0,25	1

1.9.3 Maßgenauigkeit

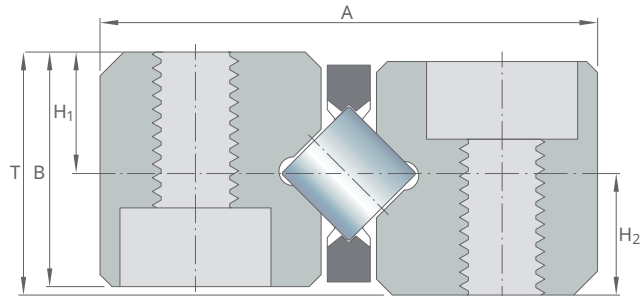
Präzisionsschienenführungen werden mit den folgenden Toleranzen gefertigt. Die Angaben zur Mittenhöhe und zur Einbaubreite gelten bei Schienenlängen < 1000 mm.

7 Toleranzangaben für Präzisionsschienenführungen

Einbauhöhe A		Breite B		Mittenhöhe H1, H2		Einbaubreite T	
U	L	U	L	U	L	U	L
mm	mm	mm	mm	µm	µm	µm	µm
+0	-0,3	+0	-0,2	+5	-5	+10	-10

L mm unteres Grenzabmaß
U mm oberes Grenzabmaß

30 Toleranzangaben für Präzisionsschienenführungen



001BF773

Für die Länge der Führungsschienen gelten die folgenden Werte:

8 Längengenauigkeit bei Führungsschienen

L ≤ 300		L > 300	
U	L	U	L
mm	mm	mm	mm
+0,3	-0,3	+0,001 · L	-0,001 · L

L mm unteres Grenzabmaß
U mm oberes Grenzabmaß

1.9.4 Sortierung der Führungsschienen

Für die typische eingespannte Anordnung werden 4 Führungsschienen benötigt. Zur Erzielung der bestmöglichen Leistung bezüglich Lebensdauer, Steifigkeit und Laufverhalten ist es wichtig, dass die Mittenhöhe der 4 Führungsschienen eine geringe Toleranz aufweist.

Aus diesem Grund werden Führungsschienen nach dem folgenden Prinzip sortiert und verpackt:

- Führungsschienen für Kreuzrollenkäfige oder Kugelkäfige:
4 Führungsschienen werden zusortiert und als Set geliefert.
- Führungsschienen für Nadelrollenkäfige oder Gleitbeläge:
Je 2 Führungsschienen in M-Form und in V-Form werden zusortiert und paarweise geliefert.

Aufgrund der sehr engen Toleranzen der Mittenhöhe können für Anwendungen mit normalen Genauigkeitsanforderungen gemäß P10 bei Bedarf auch nicht paarweise gelieferte Schienen zusammen verwendet werden.

1.10 Gestaltung der Lagerung

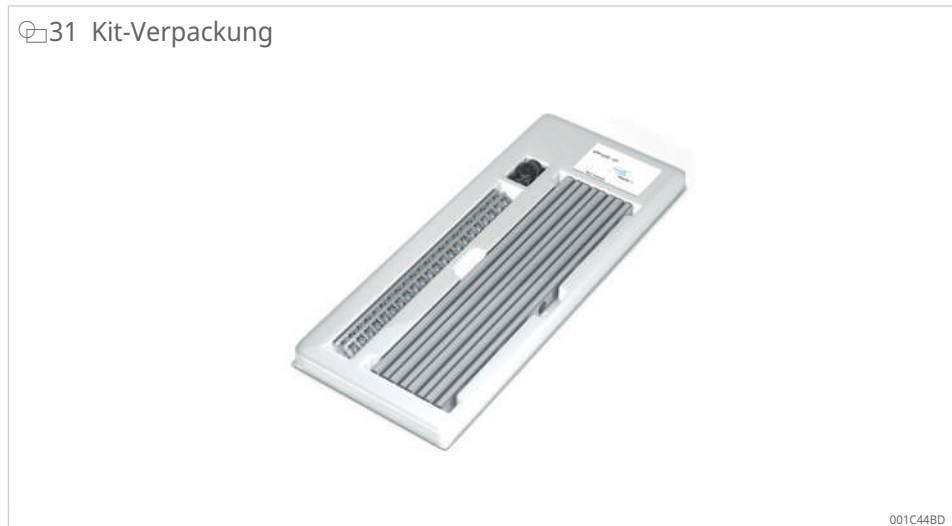
1.10.1 Typische Verwendung in eingespannter Anordnung

Präzisionsschienenführungen werden vorwiegend in eingespannter Anordnung eingebaut, da dies mit verschiedenen Vorteilen verbunden ist ►20 | 1.1.10.4. Alternative kann das System als aufliegende Führung montiert werden.

1.10.2 Kit-Verpackung

Zur Vereinfachung der Bestellroutine und der Bevorratung beim Kunden bietet Schaeffler Präzisionsschienenführungen in vorkonfektionierten Kit-Verpackungen an. Ein Kit besteht aus 4 Präzisionsschienen in Genauigkeitsklasse P10, 2 Wälzkörpereinheiten und 8 Endstücken (ACSM-Kits ohne Endstücke). Die zur Verfügung stehenden Kits sind in den jeweiligen Produkttabellen aufgeführt. Auf Anfrage sind auch Kits für Kinematik „überlaufendes Schienensystem“, bestehend aus 2 Schienen in Standardlänge und 2 kurzen Schienen mit Einlaufradius, erhältlich. Zudem kann die Anzahl der Wälzkörper variiert werden ►131 | 65.

31 Kit-Verpackung



001C44BD

Vorteile Kit-Verpackung:

- Alle benötigten Teile sind einbaufertig zusammengestellt und über eine einzige Bestellnummer bestellbar.
- Zur nachhaltigen Verhinderung des Käfigwanderns stehen Ausführungen mit ACS bzw. ACSM zur Verfügung.
- Länge der Wälzkörpereinheit problemlos anpassbar, sollte nach dem Kürzen dennoch mindestens $\frac{2}{3}$ der gesamten Schienenlänge betragen. Dabei Reduzierung der Tragfähigkeit bedenken.
- Die Tragfähigkeit für das Kit wird im Vorhinein auf Grundlage des angegebenen Hubs und in eingespannter Anordnung berechnet.

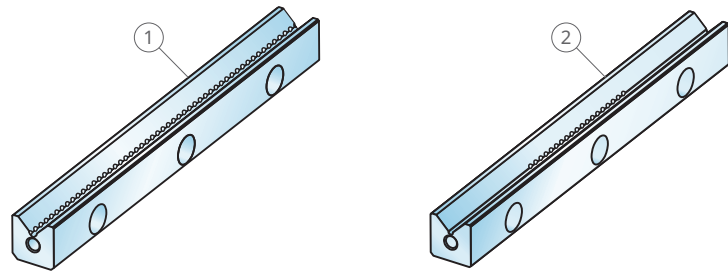
1.10.3 Anti-Creeping-System (ACS)

Das Anti-Creeping-System hält die Wälzkörpereinheit in Position in der Belastungszone. Es verhindert das Käfigwandern bei hohen Verfahrgeschwindigkeiten und Beschleunigungen sowie bei ungleicher Lastverteilung und nachgebender Anschlusskonstruktion. Ungeplante Ausfallzeiten und zusätzlicher Wartungsaufwand können somit vermieden werden. Aufgrund der

definierten Käfigposition ermöglichen Präzisionsschienenführungen mit Anti-Creeping-System zudem eine höhere Laufgenauigkeit, höhere Beschleunigungen (getestet bis 160 m/s^2) und einen sicheren Betrieb bei vertikalem Einbau.

Alle Führungsschienen für Anti-Creeping-Käfige sind standardmäßig über ihre gesamte Länge verzahnt. Um Kosten zu sparen, kann für ACS und ACSZ Schienen eine spezifische Hublänge festgelegt und die Verzahnung entsprechend angepasst werden, allerdings dürfen die Wälzkörpereinheiten keinesfalls über die angegebene Hublänge hinaus verfahren werden. Die Verzahnung ist immer symmetrisch zur Schienenlänge eingebracht. Die spezifische Hublänge ist bei Bestellung in mm anzugeben.

32 Anti-Creeping-System (ACS)



001C44B7

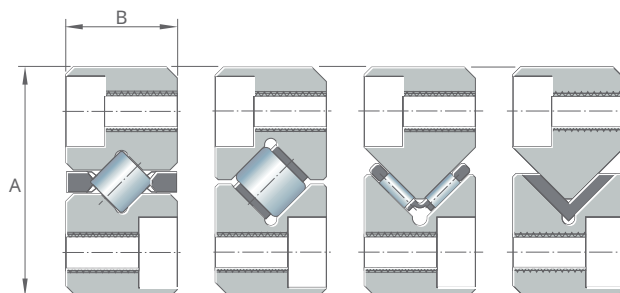
1 Standard-Hublänge

2 spezifische Hublänge

1.10.4 Modular Range

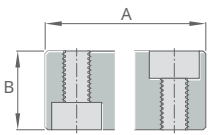
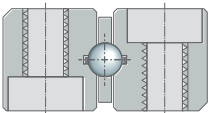
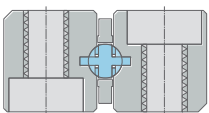
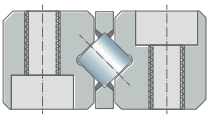
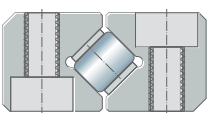
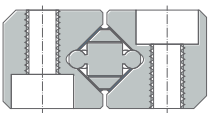
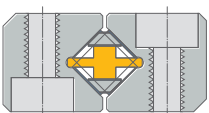
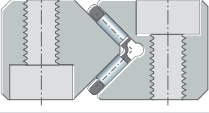
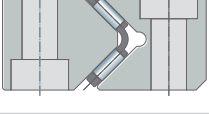
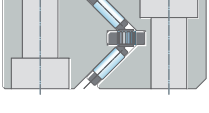
Präzisionsschienenführungen, die als Modular Range verfügbar sind, weisen die gleichen äußeren Schienenabmessungen auf, während die Wälzkörper frei wählbar sind. Kunden können so auf einfache Art und Weise ohne konstruktive Änderungen die Tragfähigkeit einer Lagerung erhöhen oder wahlweise eine Verlängerung der Lebensdauer erreichen. Das Modular Range deckt 80 % aller auf dem Markt gängigen Größen bei Präzisionsschienenführungen ab. Innerhalb dieser Größen hat der Kunde die Wahl zwischen Kugelkäfigen, Kreuzrollenkäfigen mit ACS oder ACSM und Nadelrollenkäfigen sowie Gleitbelägen.

33 Gleiche Außenabmessungen bei Modular Range



001C44C4

9 Wahl des Schienentyps

Schienen- typ		Baugröße														
		1	2	3	2211	4	3015	6	4020	9	5025	12	6035	7040	15	8050
A × B	mm	8,5 × 4	12 × 6	18 × 8	22 × 11	25 × 12	30 × 15	31 × 15	40 × 20	44 × 22	50 × 25	58 × 28	60 × 35	70 × 40	71 × 36	80 × 50
LWRB		✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LWRB ACSM		-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LWR		-	-	✓ M	-	-	-	✓ M	-	✓ M	-	0	-	-	-	-
LWRE		-	-	✓ M	0	✓	-	✓ M	-	✓ M	-	-	-	-	-	-
LWRE ACS		-	-	✓ M	0	0	-	✓ M	-	0 M	-	-	-	-	-	-
LWRE ACSM		-	-	✓ M	0	0	-	✓ M	-	0 M	-	-	-	-	-	-
LWRM, LWRV		-	-	-	-	-	-	✓ M	-	✓ M	-	-	-	-	-	-
LWM, LWV		-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	0	0	-	0
LWM, LWV ACSZ		-	-	-	-	-	0	-	0	-	0	-	0	0	-	0
LWRPM, LWRPV		-	-	✓ M	-	-	-	✓ M	-	✓ M	-	-	-	-	-	-

- ✓ Baugröße mit Vorzugslängen
- o Standardlänge auf Anfrage
- nicht verfügbar
- M Modular Range

1.10.5 Genauigkeit der Anlageflächen

Eine wichtige Voraussetzung für die einwandfreie Funktion eines Schienenführungssystems ist die Genauigkeit der Anlageflächen. Je höher die Anforderungen an die Genauigkeit der Führung und ihren leichtgängigen Betrieb, desto höher ist die Anforderung an die Formgenauigkeit und Positionsgenauigkeit der Anschlusskonstruktion. Kennwerte für die Rauheit, Rechtwinkligkeit und Parallelität der Anlageflächen sind für jede Genauigkeitsklasse dargestellt. Die Werte für die Rechtwinkligkeit sind in Bezug auf die jeweilige Höhe der Anlagefläche angegeben. Um eine gleichmäßige Lastverteilung über die gesamte Länge des Wälzkörpers zu gewährleisten, sollte der maximale Höhenversatz der Anlageflächen den Wert Δh nicht überschreiten.

f_{58}

$\Delta h = 0,1 \cdot B_1$

B_1

mm

mittlerer Abstand zwischen den Wälzkörpereinheiten

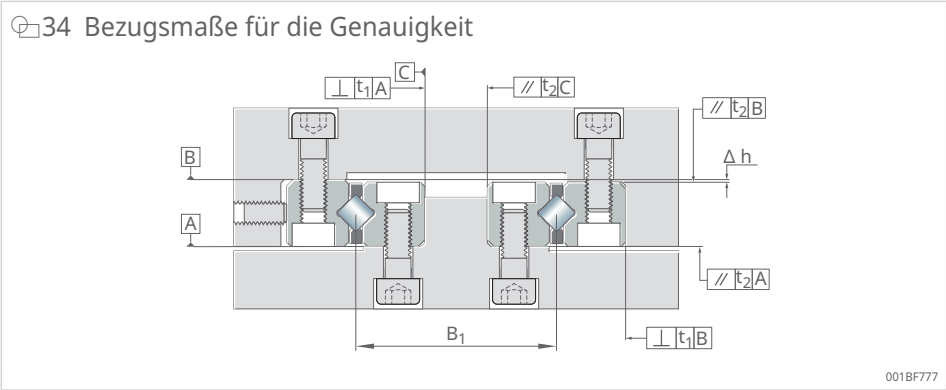
Δh

μm

max. Höhenversatz

10 Zulässige Toleranzen der Anlageflächen

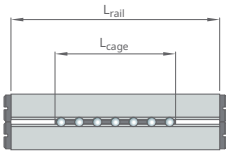
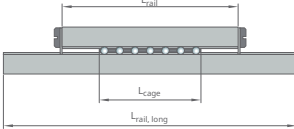
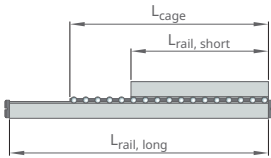
Kennzeichen	Toleranz	Einheit	Genauigkeitsklasse		
			P10	P5	P2
Rauheit Ra	-	μm	1,6	0,8	0,2
Rechtwinkligkeit					
Kreuzrollen und Kugeln	t_1	$\mu\text{m}/\text{mm}$	0,3	0,3	0,3
Nadelrollen	t_1	$\mu\text{m}/\text{mm}$	0,1	0,1	0,1
Parallelität für					
Schienenlänge $\leq 200\text{ mm}$	t_2	μm	3	2	1
Schienenlänge $\leq 500\text{ mm}$	t_2	μm	6	4	2
Schienenlänge $\leq 1000\text{ mm}$	t_2	μm	10	6	3
Schienenlänge $\leq 1600\text{ mm}$	t_2	μm	12	7	3



1.10.6 Wahl der Endstücke

Endsprechend der gewählten Kinematik müssen auch die Endstücke ausgewählt werden.

11 Wahl der Endstücke

Beschreibung der Kinematik		Nicht überlaufende Schienenführung ohne Abstreifer (Standard)	Schienenführung mit Abstreifer		Überlaufende Schienenführung ohne Abstreifer	
						
Kurzzeichen	ACS-Typ		lange Schiene	kurze Schiene	lange Schiene	kurze Schiene
LWR, LWRB, LWRE	kein ACS	✓	-	✓	✓	-
LWRE	ACS	- 1)	-	✓	- 1)	-
LWRB, LWRE	ACSM	-	-	✓	-	-
LWM, LWV, LWRM, LWRV	kein ACS	✓ 2)	-	✓	✓	-
LWM, LWV	ACSZ	- 1)	-	✓ 3)	- 1)	-

- ✓ mit Endstücken
- ohne Endstücke

1) Keine Endstücke erforderlich. Stirnfläche der Schienen mit Befestigungsgewinde ausgestattet, sodass eine kundenseitige Montage von Endstücken möglich ist

2) Endstücke nur an einer Führungsschiene (M-förmige oder V-förmige Schiene)

3) Endstücke mit Abstreifer nur an M-förmiger Schiene möglich

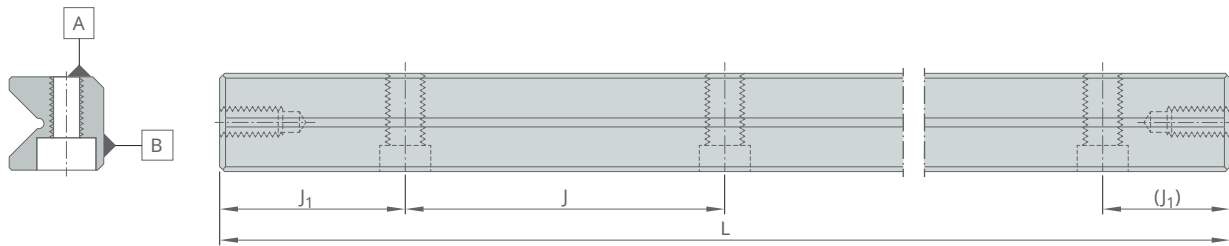
1.10.7 Berechnung von J₁

In der Regel wird das Maß J₁ so gewählt, dass der Abstand an beiden Schienenenden symmetrisch ist. In diesem Fall kann das symmetrische Maß J₁ mit der im Folgenden angegebenen Formel berechnet werden. Dabei zu berücksichtigen ist der Mindestwert für J₁, der in den Produkttabellen als J_{1min} angegeben wird. Falls ein unsymmetrisches Maß J₁ erforderlich ist, ist dies im Bestellschlüssel anzugeben und die Definition gemäß ►49 | 35 zu berücksichtigen.

f159

$$J_1 = \frac{L - \sum J}{2}$$

35 Unsymmetrisches Maß J_1



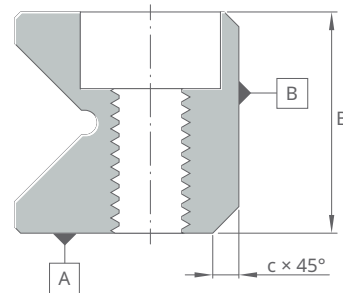
001BF778

1.10.8 Fasen an den Präzisionsschienen

Für die Auslegung der Umgebungskonstruktion ist die Toleranz der Fase zwischen den beiden Bezugsflächen der Präzisionsschiene zu berücksichtigen. Die Fassenbreite c ist abhängig von der Breite B .

- Breite $B \leq 8 \text{ mm}$: $c \geq 0,3 \text{ mm}$
- Breite $B > 8 \text{ mm}$: $c \geq 0,9 \text{ mm}$

36 Bemaßung der Fase



001BF778

1.10.9 Toleranz des Abstands zwischen den Befestigungsbohrungen

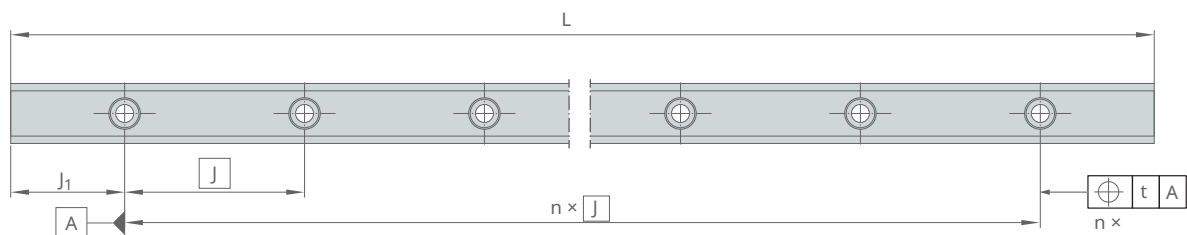
Die Toleranz des Abstands zwischen den Befestigungsbohrungen ist abhängig von der Schienenlänge L . Die angegebenen Werte gelten für alle Befestigungsbohrungen auf der Schiene. Schienen mit engeren Abstandstoleranzen sind auf Anfrage lieferbar. Bei längeren Schienen wird die Verwendung spezieller Befestigungsschrauben (LWGD) empfohlen.

$L \leq 300$: $t = 0,6 \text{ mm}$

$L > 300$: $t = 0,0016 \text{ mm} \times L$

1

37 Toleranz des Abstands zwischen den Befestigungsbohrungen

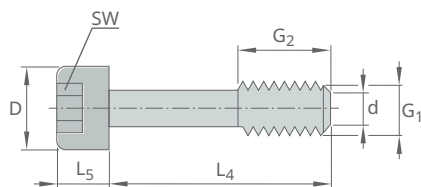


001BF779

1.10.10 Spezial-Befestigungsschrauben LWGD

Mit Spezial-Befestigungsschrauben LWGD können fertigungsbedingte Toleranzen im Abstand der Befestigungsbohrungen ausgeglichen werden. Diese Spezialschrauben entsprechen mindestens der Festigkeitsklasse 8.8. Die jeweilige Spezial-Befestigungsschraube LWGD passt zu allen Schienentypen derselben Größe.

38 Spezial-Befestigungsschrauben



001C3598

12 Spezial-Befestigungsschrauben

Kurz- zeichen	Abmessungen							Passende Schienen- größe
	G1	G2	L4	L5	D	d	SW	
	–	mm	mm	mm	mm	mm	–	
LWGD 3	M3	5	12	3	5	2,3	2,5	3
LWGD 4	M3	5	16	3	5	2,3	2,5	4
LWGD 2211	M4	5	14	4	6	3	3	2211
LWGD 6	M5	8	20	5	8	3,9	4	6
LWGD 9	M6	12	30	6	8,5	4,6	5	9
LWGD 12	M8	17	40	8	11,3	6,25	6	12
LWGD 4020	M6	10	25	6	9,4	4,6	5	4020
LWGD 5025	M6	10	30	6	9,4	4,6	5	5025
LWGD 6035	M8	12	40	8	12,5	6,3	6	6035
LWGD 7040	M10	17	50	10	15,2	7,9	8	7040
LWGD 8050	M12	20	60	12	17,2	9,6	10	8050

1.10.11 Zusammengesetzte Schienen

Zusammengesetzte bzw. gestoßene Schienen sind auf Anfrage erhältlich und werden stets sortiert geliefert, um eine hohe Laufruhe zu gewährleisten. Sie sind mit Markierungen versehen. Bei aus 2 oder mehr Teilstücken zusammengesetzten Schienenführungen liegt die Toleranz für die Gesamtlänge innerhalb von ± 2 mm. Für Präzisionsschienen LWRE ACS und LWRE ACSM sind zusammengesetzte Schienen nicht möglich.

39 Markierung der Schienenstränge zusammengesetzter Schienen

	1	1	A
Set number			
Rail track			
Joint			

Set 1

1 - 1A	1 - 1A	1 - 1B	1 - 1B
1 - 2A	1 - 2A	1 - 2B	1 - 2B
1 - 3A	1 - 3A	1 - 3B	1 - 3B
1 - 4A	1 - 4A	1 - 4B	1 - 4B

001BF775

1.10.12 Vorspannen

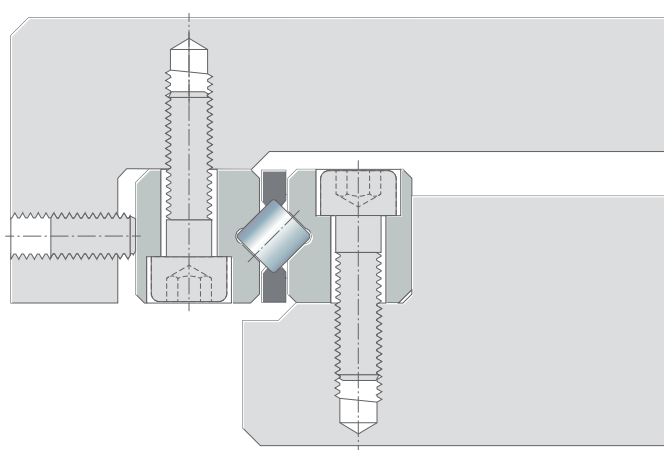
Eingespannte Schienenführungen sollten immer spielfrei mit einer definierten Vorspannung eingebaut werden. Durch die Vorspannung werden die Systemsteifigkeit und die Ablaufgenauigkeit der Schienenführung erhöht. Durch Momentenbelastungen M_y und M_z verursachte Lastspitzen an den Enden der Wälzkörpereinheiten werden ebenfalls reduziert. Die Höhe der einstellbaren Vorspannung ist abhängig vom jeweiligen Anwendungsfall und kann bis zu 20 % der dynamischen Tragfähigkeit der Schienenführung betragen. Bei Einsatz von Vorspannung muss die auf die Wälzkörper wirkende Belastung reduziert werden. Dies ist insbesondere zu berücksichtigen, wenn die Betriebsbedingungen hohe Vorspannung erfordern. Die Anschlusskonstruktion sollte eine entsprechende Steifigkeit aufweisen. Präzisionsschienenführungen können mit unterschiedlichen Methoden vorgespannt werden ▶52 | 40 ▶52 | 41 ▶52 | 42. Die gebräuchlichste Methode ist das Vorspannen mit Stellschrauben. Die Anzahl dieser Schrauben sollte mindestens den in die Führungsschiene eingebrachten Bohrungen für die Befestigungsschrauben entsprechen.

Für ein Führungssystem bei dem Steifigkeit und Reibung in einem ausgeglichenen Verhältnis stehen werden in folgenden Tabellen Näherungswerte für das Drehmoment der Stellschrauben angegeben. Diese Werte gelten für trockene, nicht geschmierte Stellschrauben. Für das Vorspannen von Wälzkörpereinheiten mit ACS-System können die gleichen Werte zugrunde gelegt werden. Die Verwendung von Zustelleisten oder Zustellkeilen empfiehlt sich, wenn die Vorspannung groß ist oder hohe Anforderungen an die Ablaufgenauigkeit gestellt werden. Für Nadelrollenkäfige bietet Schaeffler zudem Führungsschienen des Typs LWML an, die mit einem integrierten Zustellkeil ausgestattet sind.



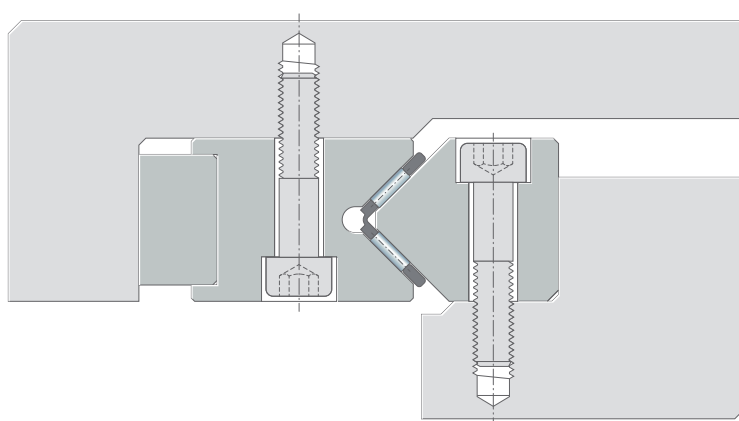
Präzisionsschienenführungen mit Gleitbelag sollten nicht vorgespannt werden.

40 Vorspannen über Stellschrauben



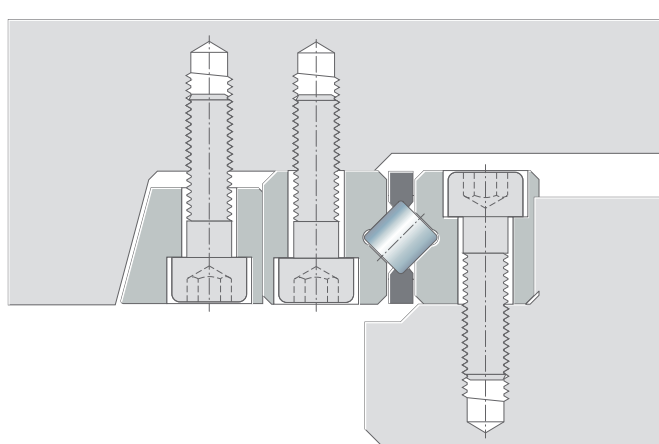
001BF77D

41 Vorspannen über die Führungsschiene LWML mit Zustellkeil



001BF780

42 Vorspannen über seitlichen Zustellkeil



001BF77F

13 Anziehdrehmomente M_A für Stellschrauben für LWR, LWRB

Kurzzeichen		Stellschraube		Beiwert für Vorspannung	M_A
		Abstand	–		
Schiententyp	Käfig	mm		%	Ncm
LWRB 1	LWJK 1,588	10	M2	20	1,8
LWRB 2	LWJK 2	15	M3	10	1,7
LWR 3	LWAK 3	25	M3	13	3
	LWAK 3	25	M4	13	4
LWR 6	LWAL 6	50	M5	9	17
	LWAL 6	50	M6	9	20,4
LWR 9	LWAL 9	100	M6	8	67,9
	LWAL 9	100	M8	8	90
LWR 12	LWAL 12	100	M10	8	153,6

14 Anziehdrehmomente M_A für Stellschrauben für LWRE

Kurzzeichen		Stellschraube		Beiwert für Vorspannung	M_A
		Abstand	–		
Schiententyp	Käfig	mm		%	Ncm
LWRE 3	LWAKE 3	25	M3	7	6,2
	LWAKE 3	25	M4	7	8,3
LWRE 2211	LWAKE 3	40	M3	7	9,9
	LWAKE 3	40	M4	7	13,2
LWRE 4	LWAKE 4	25	M3	5	9,5
	LWAKE 4	25	M4	5	12,7
LWRE 6	LWAKE 6	50	M5	3	26,9
	LWAKE 6	50	M6	3	32,4
LWRE 9	LWAKE 9	100	M6	3	102,2
	LWAKE 9	100	M8	3	135,4

15 Anziehdrehmomente M_A für Stellschrauben für LWRM, LWRV

Kurzzeichen		Stellschraube		Beiwert für Vorspannung	M_A
		Abstand	–		
Schiententyp	Käfig	mm		%	Ncm
LWRM 6, LWRV 6	LWHV 10, LWHW 10	50	M6	5	96,9
LWRM 9, LWRV 9	LWHV 15	100	M8	2	161
	LWHW 15	100	M8	2	120,2

16 Anziehdrehmomente M_A für Stellschrauben für LWM, LWV

Kurzzeichen		Stellschraube		Beiwert für Vorspannung	M_A
		Abstand	–		
Schiententyp	Käfig	mm		%	Ncm
LWM 3015, LWV 3015	LWHV 10, LWHW 10	40	M6	5	77,5
LWM 4020, LWV 4020	LWHV 15	80	M8	2	128,8
	LWHW 15	80	M8	2	96,1
LWM 5025, LWV 5025	LWHV 15	80	M8	2	128,8
	LWHW 15	80	M8	2	96,1
LWM 6035, LWV 6035	LWHV 20	100	M10	2	294,9
	LWHW 20	100	M10	2	217,8
LWM 7040, LWV 7040	LWHW 25	100	M12	2	395,9
LWM 8050, LWV 8050	LWHW 30	100	M12	2	507,5

1.10.13 Anziehdrehmomente für Befestigungsschrauben

Abhängig von dem für die Anschlusskonstruktion verwendeten Werkstoffen und der Größe der Befestigungsschrauben kommen bei der Montage einer Präzisionsschienenführung unterschiedliche Anzugsmomente zur Anwendung. Die angegebenen Werte gelten für Befestigungsschrauben der Festigkeitsklasse 8.8 und ebenfalls für die Spezial-Befestigungsschrauben LWGD.

17 Anziehdrehmomente M_A für Befestigungsschrauben

Befestigungs- schrauben	Aluminium		Gusseisen		Stahl	
	M_A	Mindest- einschraub- tiefe	M_A	Mindest- einschraub- tiefe	M_A	Mindest- einschraub- tiefe
	Nm	mm	Nm	mm	Nm	mm
M2	0,21	3,2	0,25	3	0,3	2,4
M2,5	0,44	4	0,52	3,8	0,61	3
M3	0,77	4,8	0,92	4,5	1,1	3,6
M3,5	1,2	5,6	1,4	5,3	1,6	4,2
M4	1,7	6,4	2,1	6	2,4	4,8
M5	3,4	8	4,1	7,5	4,8	6
M6	6	10	7	9	8	7,2
M8	15	13	17	12	20	10
M10	29	16	34	15	40	12
M12	50	19	60	18	69	14
M14	80	22	94	21	110	17

1.11 Einbau

1.11.1 Grundlegende Hinweise

Sachkenntnis und Sauberkeit sind beim Einbau von Präzisionsschienenführungen die Voraussetzung dafür, dass die Führungen ihre Funktion optimal erfüllen und es nicht zu einem montagebedingten Ausfall kommt.

- Anweisungen vor Beginn der Montagearbeiten sorgfältig durchlesen,
- Einbau in einem trockenen, staubfreien Raum vornehmen. Der Arbeitsplatz darf sich nicht in der Nähe von spanabhebenden oder Staub erzeugenden Maschinen befinden.
- Vor Beginn der Montagearbeiten alle benötigten Teile und Hilfsmittel bereitlegen.
- Geeignete Werkzeuge und Messgeräte verwenden.
- Die Schienenführungen als Präzisionsprodukte beim Einbau mit der gebotenen Sorgfalt behandeln.
- Die Nichtbeachtung dieser Hinweise kann die Lebensdauer des Führungssystems reduzieren oder zu einem Sicherheitsrisiko führen.

1.11.2 Allgemeine Montagehinweise

Für alle Komponenten des Linearführungssystems gilt vor dem Einbau:

- sorgfältig säubern
- eventuell vorhandene Grate entfernen
- entmagnetisieren
- Formgenauigkeit und Maßgenauigkeit aller Anschlussbauteile prüfen

Die Führungsschienen erst unmittelbar vor dem Einbau der Originalverpackung entnehmen, um das Verschmutzungsrisiko so gering wie möglich zu halten. Nach dem Auspacken ist das Korrosionsschutzmittel zu entfernen. Die Bezugsflächen der Führungsschienen und die Anlageflächen der Anschlussteile sind sorgfältig zu reinigen und leicht einzuölen, um Kontaktkorrosion während des späteren Betriebs zu vermeiden. Die Bezugsfläche A befindet sich generell gegenüber der Kennzeichnung. Vor dem Einbau ist der Schmierstoff auf die Laufbahnen und Wälzkörpereinheiten aufzutragen.



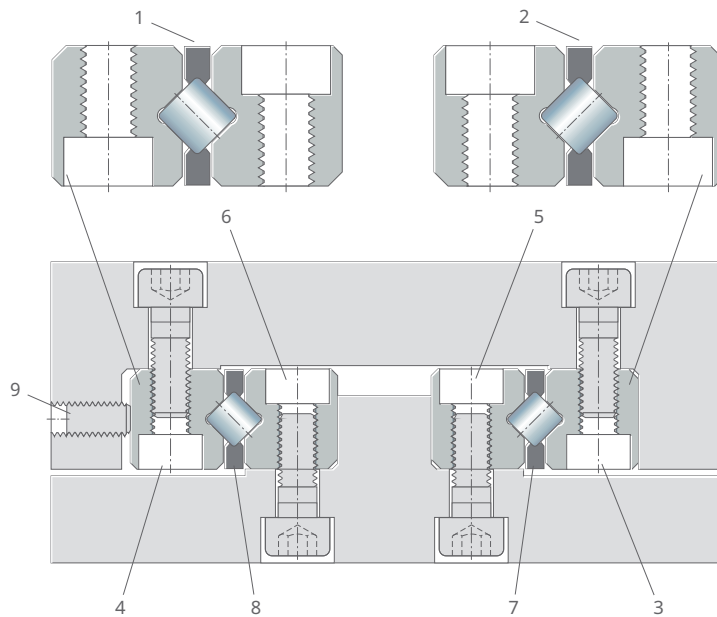
Um die hohe Leistungsfähigkeit von Präzisionsschienenführungen nutzen zu können, Einzelschienen aus unterschiedlichen Verpackungen nicht vermischen.

1.11.3 Einbau von Schienenführungen ohne ACS-System

Bei der Montage eines eingespannten Schienenführungssystems sollte in folgenden Schritten vorgegangen werden ►56 |  43:

1. Die inneren Führungsschienen gegen die Anlageflächen drücken und mit dem vorgeschriebenen Drehmoment festschrauben.
2. Die feste Führungsschiene im Gegenstück an die Anlagefläche drücken und mit dem vorgeschriebenen Drehmoment festschrauben.
3. Die Zustellschiene in das Gegenstück drücken und die Schrauben leicht anziehen.
4. Die geschmierten Wälzkörpereinheiten einschieben und an der gewünschten Stelle (normalerweise in Mittelstellung) positionieren.
5. Die Zustellschiene wird zur Einstellung der Vorspannung verwendet, da ein eingespanntes System je nach Anwendung spielfrei oder mit Vorspannung betrieben werden muss. Die Einstellung der Vorspannung erfolgt über die Stellschrauben mit Hilfe eines Drehmomentschlüssels. Hierzu ist die dargestellte Reihenfolge einzuhalten ►57 |  44. Die Stellschrauben von innen nach außen anziehen, wobei sich immer Wälzkörper unter den jeweiligen Stellschrauben befinden müssen. Als Richtlinie für die Anziehdrehmomente gelten die angegebenen Werte ►51 | 1.10.12.
6. Die Befestigungsschrauben an Zustellschiene mit dem vorgeschriebenen Drehmoment festschrauben.
7. Ablaufgenauigkeit der Schlitteneinheit prüfen.
8. Geeignete Maßnahmen treffen, damit die Stellschrauben sich nicht lösen und verloren gehen können. Mehrere Möglichkeiten sind denkbar:
 - › Schrauben durch Klebstoff sichern.
 - › Eine Abdeckung verhindert den Verlust von Schrauben.
9. Falls vorgesehen, die Endstücke montieren.
10. Die Endanschläge der Schlitteneinheit montieren. Die Wälzkörpereinheiten dürfen nicht als mechanische Hubbegrenzung verwendet werden.

43 Einbau von Schienenführungen



0018F784

1	Einheit 1	2	Einheit 2
3	feste Führungsschiene	4	Zustellschiene
5	innere Führungsschiene	6	innere Führungsschiene
7	Wälzkorpereinheit	8	Wälzkorpereinheit
9	Stellschraube		

1.11.4 Einbau von Schienenführungen mit ACS-System

Um eine Beschädigung des ACS-Systems zu verhindern, sind die Führungsschienen als vormontierte Einheit mit den richtig positionierten Wälzkorpereinheiten einzubauen. Jede direkt oder indirekt auf das ACS-System wirkende Kraft führt zu einer Beschädigung des Zwangsführungselementes. Die folgenden Montagehinweise gelten für alle Schienenführungen mit zwangsgeführtem Käfig (ACS, ACSM, ACSZ).

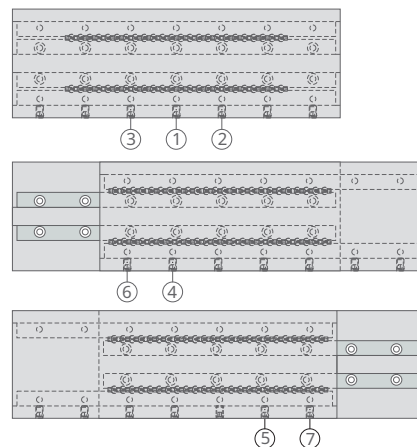


Anders als bei Präzisionsschienen ohne ACS dürfen Wälzkorpereinheiten mit ACS nicht eingeschoben werden.

1. Feste Führungsschiene, innere Schiene und die geschmierte Wälzkorpereinheit werden zu Einheit 2 zusammengestellt, wobei die Wälzkorpereinheit an der richtigen Stelle (normalerweise in Mittelstellung) positioniert wird.
2. Die Zusammenstellung von Einheit 1 erfolgt analog dazu aus innerer Führungsschiene, Zustellschiene und Wälzkorpereinheit.
3. Beide Einheiten von vorn in die gewünschte Position zwischen Unterteil und Oberteil einschieben.
4. Einheit 2 gegen die Anlageflächen drücken und mit dem vorgeschriebenen Drehmoment festschrauben.
5. Die innere Führungsschiene (6) an die Anlagefläche drücken und mit dem vorgeschriebenen Drehmoment festschrauben.
6. Zustellschiene am Gegenstück montieren und die Schrauben leicht anziehen.

7. Zustellschiene wird zur Einstellung der Vorspannung verwendet, da ein eingespanntes System je nach Anwendung spielfrei oder mit Vorspannung betrieben werden muss. Die Einstellung der Vorspannung erfolgt über die Stellschrauben mit Hilfe eines Drehmomentschlüssels. Hierzu ist die dargestellte Reihenfolge einzuhalten ►57 | 44. Stellschrauben von innen nach außen anziehen, wobei sich immer Wälzkörper unter den jeweiligen Stellschrauben befinden müssen. Als Richtlinie für die Anziehdrehmomente gelten die angegebenen Werte ►51 | 1.10.12.
8. Die Befestigungsschrauben an Zustellschiene mit dem vorgeschriebenen Drehmoment festschrauben.
9. Ablaufgenauigkeit der Schlitteneinheit prüfen.
10. Geeignete Maßnahmen treffen, damit die Stellschrauben sich nicht lösen und verloren gehen können. Mehrere Möglichkeiten sind denkbar:
 - › Schrauben durch Klebstoff sichern.
 - › Eine Abdeckung verhindert den Verlust von Schrauben.
11. Falls vorgesehen, die Endstücke montieren.
12. Die Endanschlüsse der Schlitteneinheit montieren. Die Wälzkörpereinheiten dürfen nicht als mechanische Hubbegrenzung verwendet werden.

44 Reihenfolge beim Vorspannen



001BF787

1	Mittelstellung, Schrauben 1, 2, 3	2	rechte Endlage, Schrauben 4, 6
3	linke Endlage, Schrauben 5, 7		

1.12 Transport und Lagerung

Steht eine Präzisionsschienenführung über einen längeren Zeitraum still und ist externen Schwingungen ausgesetzt, führen Mikrobewegungen in der Kontaktzone zwischen Wälzkörpern und Laufbahnen zu Beschädigungen dieser Oberflächen. Dies kann zu einer deutlichen Erhöhung der Schwingungen und damit der Laufgeräusche und einem vorzeitigen Ausfall aufgrund von Materialermüdung führen. Schäden dieser Art sind daher unbedingt zu vermeiden, z. B. durch Entkopplung der Führung von externen Schwingungen und geeignete Vorkehrungen während des Transports.

Präzisionsschienenführungen sollten in einem kühlen und trockenen Innenraum und in Originalverpackung gelagert werden, die bis zur Verwendung geschlossen sein sollte. Die Raumtemperatur sollte so konstant wie möglich sein und zwischen 0 °C und 30 °C (32 bis 86 °F) liegen. Beachten, dass die relative Luftfeuchtigkeit im Lagerraum 60 % nicht überschreitet. Nicht direkt in der Nähe einer Wärmequelle lagern und direkte Sonneneinstrahlung vermeiden.

1.13 Wartung

1.13.1 Schmierung

Präzisionsschienenführungen benötigen in der Regel nur sehr geringe Schmierstoffmengen. Als Schmierstoffe können sowohl Schmierfette als auch Schmieröle verwendet werden. Schmierstoffe mit Festschmierstoffzusätzen sind ungeeignet, ebenso Schleifemulsionen oder Kühlmittel.

Bei normalen Betriebsbedingungen können die Schienenführungen mit Fett geschmiert werden. Schmierfett hat gegenüber Schmieröl den Vorteil, dass es leichter in der Führung zurückgehalten werden kann, insbesondere auch bei schräger oder senkrechter Anordnung der Schienenführung. Außerdem trägt Schmierfett auch zur Abdichtung der Führung gegenüber Verunreinigungen und Feuchtigkeit bei. Da Schienenführungen, insbesondere bei niedrigen Geschwindigkeiten, fast ausschließlich im Grenzreibungsbetrieb oder Mischreibungsbetrieb laufen, ist die Verwendung von Schmierfetten mit EP-Zusätzen ratsam. Gute Erfahrungen wurden mit einem Lithiumseifenfett mit Konsistenzklasse NLGI 2 auf Mineralölbasis mit einer kinematischen Viskosität von 200 mm²/s und EP-Zusätzen gemacht.

Ölschmierung wird im Allgemeinen dort angewendet, wo benachbarte Maschinenteile bereits mit Öl geschmiert werden oder hohe Verfahrensgeschwindigkeiten vorliegen. Als einfache Art der Schmierung empfiehlt sich z. B. die Tropfölschmierung. Als Schmieröle sollten Mineralöle mit EP-Zusätzen im Viskositätsbereich von ISO VG 45 bis 200 verwendet werden.

Die Schmierung der Schienenführungen kann auf einfache Weise durch den seitlichen Spalt zwischen den beiden Führungsschienen erfolgen. Ist dies anwendungsbedingt nicht möglich, können die Schienen auf Anfrage auch mit Schmierbohrungen versehen werden. In diesem Fall ist die Anordnung und Größe der Schmierbohrungen anhand einer Bestellzeichnung anzugeben. Alternativ ist auch der Anschluss einer angebotenen Zentralschmiereinheit möglich. Bitte beachten Sie, dass auch das ACS-Zwangsführungselement und dessen Achse geschmiert werden müssen.

1.13.2 Nachschmierintervalle

Es gibt keine allgemeinen Regeln bezüglich der Nachschmierintervalle für Präzisionsschienenführungen, da diese für jede Anwendung individuell festgelegt werden müssen. Wir empfehlen jedoch, mindestens einmal pro Jahr eine Nachschmierung vorzunehmen.

1.13.3 Reparaturen

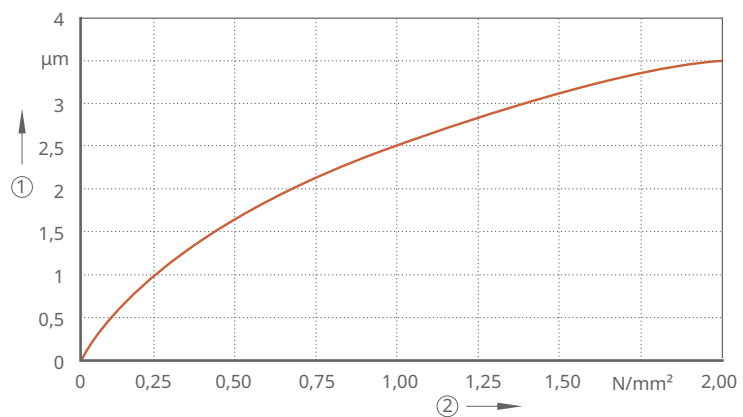
Wenn ein Präzisionsschienenführungssystem das Ende seiner Gebrauchsdauer erreicht hat und ersetzt werden muss, empfehlen wir den Austausch des kompletten Systems. Bitte geben Sie bei einer Nachbestellung die Größe, die Schienenlänge, das Maß J_1 (Abstand vom Schienenende bis zur ersten Befestigungsbohrung), den Bohrungstyp, Hublänge und die Länge der Wälzkörpereinheit an.

1.14 Technische Informationen zu gleitgelagerten Präzisionsschienenführungen

1.14.1 Flächenpressung

Für einen realistischen Wert der Kontaktverformung, liegt die Flächenpressung von gleitgelagerten Führungen in der Regel zwischen $0,2$ und 1 N/mm^2 . Dargestellt ist die Oberflächenverformung von Turcite-B-Führungsschienen in Abhängigkeit von der Flächenpressung. Bei Überbelastung bis zu 6 N/mm^2 steigt die Kontaktverformung bis auf $5 \mu\text{m}$ an, geht bei Entlastung jedoch wieder auf den Ausgangswert zurück.

45 Kontaktverformung als Funktion der Flächenpressung



001BB11E

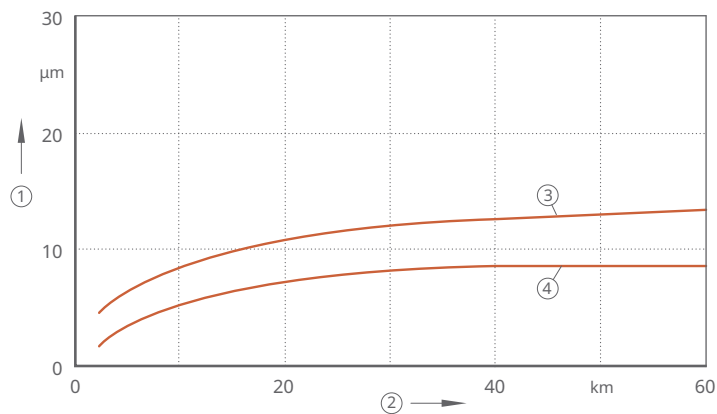
1 Kontaktverformung

2 Flächenpressung

1.14.2 Verschleiß

Schienenführungen LWRPM und LWRPV zeichnen sich durch hohe Verschleißfestigkeit aus. Die geschliffene Oberfläche der Führungen LWRPV ist optimal auf den Turcite-B-Gleitbelag abgestimmt, sodass der Verschleiß minimiert werden kann. Selbst Verunreinigungen bis zu einem bestimmten Grad beeinflussen das Gleitverhalten nicht, da der Gleitwerkstoff in der Lage ist kleinere Schmutzpartikel aufzunehmen und einzubetten. Für einen optimalen Einsatz wird jedoch eine Schmierung der Schienenführungen LWRPM und LWRPV empfohlen. Die ölgeschmierte Schienenführung (Kennlinie 1) zeigt einen geringeren Abrieb in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg als die ohne Schmierung betriebene Führung (Kennlinie 2). Die angegebenen Werte beziehen sich auf eine mittlere Flächenpressung von $0,4 \text{ N/mm}^2$.

46 Verschleiß als Funktion des Fahrweges



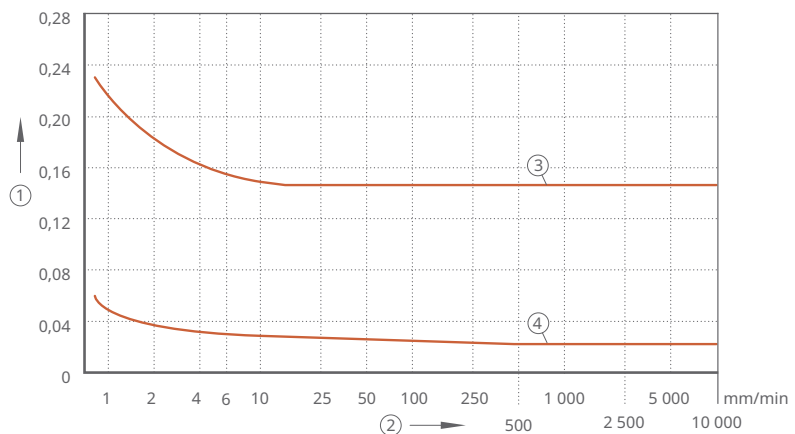
001BB11F

1	Abrieb	2	Weg
3	trocken	4	geschmiert

1.14.3 Reibung

Die gleitgelagerten Präzisionsschienenführungen zeigen im Einsatz aufgrund der guten Gleiteigenschaften des Turcite-B-Gleitbelags nur einen geringen Einfluss der Geschwindigkeit auf den Reibungskoeffizienten. Damit wird der Stick-Slip-Effekt weitgehend ausgeschlossen.

47 Reibungskoeffizient als Funktion der Gleitgeschwindigkeit

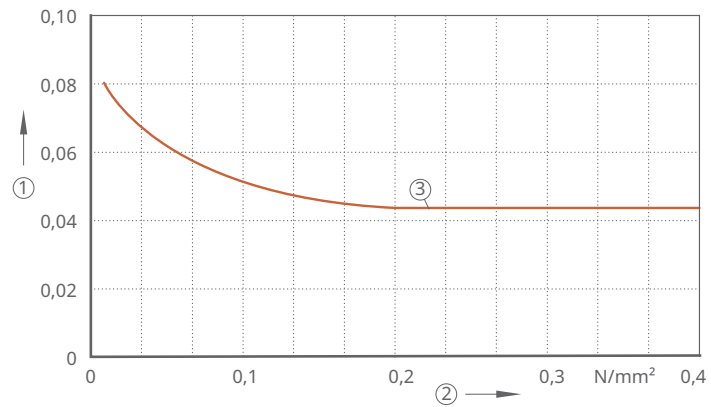


001BB118

1	Reibungskoeffizient	2	Geschwindigkeit
3	trocken	4	geschmiert

Die Abbildung zeigt den Reibungskoeffizienten von Schienenführungen LWRPM und LWRPMV als Funktion der Gleitgeschwindigkeit. Die Kennlinie 1 gilt für eine ölgeschmierte Schienenführung, Kennlinie 2 für ungeschmierte Anwendungen. Der Reibwert reduziert sich während einer Glättungsphase und bleibt dann im Wesentlichen konstant. Die angegebenen Werte gelten für eine mittlere Flächenpressung von 0,2 N/mm².

48 Reibungskoeffizient als Funktion der Flächenpressung



001BB119

1	Reibungskoeffizient	2	Flächenpressung
3	geschmiert		

In der Abbildung ist der Reibungskoeffizient einer ölgeschmierten Schienenführung LWRPM und LWRPMV in Abhängigkeit von der Flächenpressung dargestellt. Hieraus ist zu ersehen, dass der Reibungskoeffizient bei geringen Belastungen relativ hoch ist, jedoch bereits bei einer Flächenpressung von 0,2 N/mm² auf ein Minimum absinkt und konstant bleibt.

1.14.4 Temperaturbereich

Die Betriebstemperatur von gleitgelagerten Präzisionsschienenführungen sollte zwischen -40 °C und +80 °C liegen. Mit steigender Temperatur verringert sich die Druckfestigkeit. Um dies auszugleichen, kann in vielen Fällen durch den Einsatz von Schmieröl eine ausreichende Wärmeabfuhr erzielt werden.

1.14.5 Beständigkeit

Turcite-B-Führungsbahnen haben eine sehr gute chemische Beständigkeit. Die Feuchtigkeitsaufnahme beträgt maximal 0,01 % und verursacht keine nennenswerten Maßänderungen. Turcite-B-Gleitbeläge sind gegenüber Kühl- und Schmiermitteln resistent.

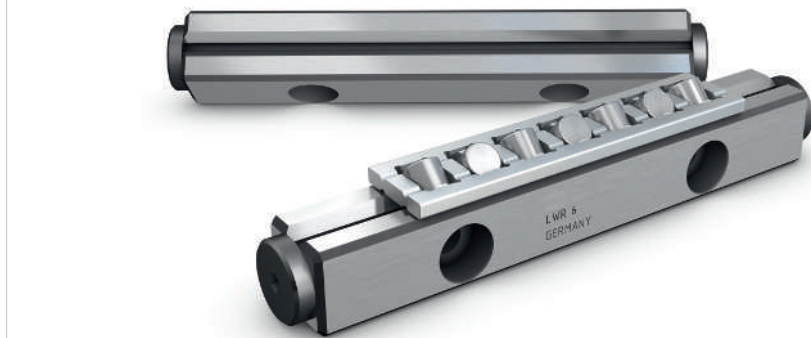
2 Präzisionsschienenführungen LWR und LWRB

2.1 Produktausführung

2.1.1 Schienenführungen

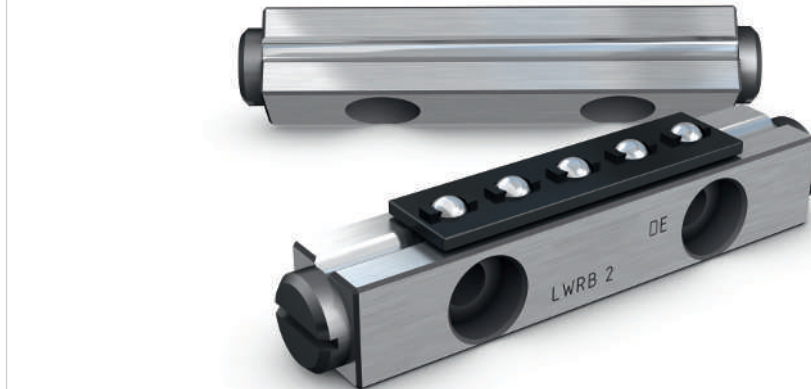
Schienenführungen LWR und LWRB haben sich in zahlreichen Anwendungen mit begrenztem Verfahrweg bewährt. Sie sind je nach Anforderung mit Kreuzrollenkäfig oder Kugelkäfig erhältlich.

49 Präzisionsschienenführung LWR 6



001BCD5F

50 Präzisionsschienenführung LWRB 2



001BCD64

Schienenführungen LWR mit Kreuzrollenkäfig kommen bevorzugt in Anwendungen zum Einsatz, die eine hohe Tragfähigkeit und gutes Steifigkeitsverhalten erfordern. Schienenführungen LWRB mit Kugelkäfig empfehlen sich für leichte Belastungen und dort, wo leichtgängiger Lauf gefordert ist. Aufgrund ihres geringen Querschnitts eignen sich beide Schienenführungen für Anwendungen mit begrenztem Bauraum. Neben den aufgeführten Baugrößen sind die Baugrößen 15, 18 und 24 auf Nachfrage erhältlich.

18 Lieferbare Längen für LWRB

Kurzzeichen	L															
	20	30	40	45	50	60	70	75	80	90	100	105	120	125	135	150
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWRB 1	✓	✓	✓	-	✓	✓	o	-	o	o	o	-	-	-	-	-
LWRB 2	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	✓	-	o	o

19 Lieferbare Längen für LWR

Kurzzeichen	L																					
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	800	900	1000
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWR 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	o	✓	o	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LWR 6	-	-	✓	o	✓	-	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	o	o	o	o	-	-	-
LWR 9	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	o	-	o	o	o	o
LWR 12	-	-	-	-	-	-	o	-	-	-	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

- ✓ Vorzugslänge
- o Standardlänge auf Anfrage
- auf Anfrage

Maximale Schienenlänge $L_{\max}$ siehe Produkttabellen

2.1.2 Wälzkörpereinheiten

Kugelkäfige LWJK werden zusammen mit Schienenführungen LWRB verwendet und sind mit einem Kunststoffkäfig ausgerüstet, in dem die Kugeln gehalten werden. Erhältlich sind diese Einheiten in den Größen 1 und 2. Kreuzrollenkäfige LWAK sind standardmäßig für Größe 3 mit einem Kunststoffkäfig ausgerüstet, in dem die Zylinderrollen gehalten werden. Kreuzrollenkäfige LWAL werden mit Aluminiumkäfigen für die Größen 6 bis 12 angeboten, die Rollen sind hierbei ebenfalls gehalten.

2.1.3 Endstücke

Endstücke verhindern das Herauswandern der Wälzkörpereinheit über ein Schienenende. Standardmäßig stehen die Ausführungen LWERA und LWERB sowie LWERC (mit Abstreifer) zur Verfügung. Alle Endstücke werden mit den entsprechenden Montageschrauben geliefert.

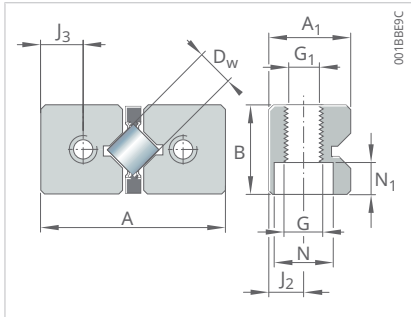
2.2 Produkttabellen

2.2.1 Erläuterungen

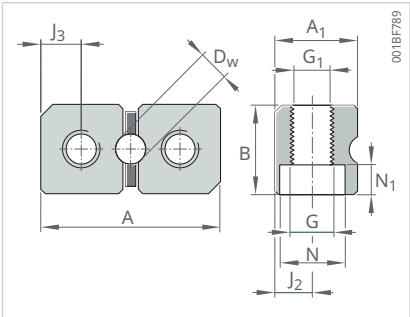
A	mm	Einbauhöhe
A ₁	mm	Schienenhöhe
B	mm	Breite
C	N	dynamische Tragzahl
C ₀	N	statische Tragzahl
C _{0 10}	N	statische Tragzahl für 10 Wälzkörper
C ₁₀	N	dynamische Tragzahl für 10 Wälzkörper
D _w	mm	Wälzkörperdurchmesser
G	-	Gewinde der Befestigungsbohrung
G ₁	mm	Durchmesser der Befestigungsbohrung
G ₂	-	Stirngewinde
G ₃	mm	Gewindetiefe
J	mm	Abstand Befestigungsbohrungen
J ₁	mm	Abstand Schienenende bis Mitte der ersten Befestigungsbohrung
J _{1 min}	mm	Mindestabstand Schienenende bis Mitte der ersten Befestigungsbohrung
J ₂	mm	Abstand
J ₃	mm	Abstand
L	mm	Schienenlänge
L	mm	Dicke des Endstücks
L ₁	mm	Dicke des Endstücks mit Abstreifer
L _{max}	mm	max. Schienenlänge
m	kg/m	Masse
m	g/Wälzkörper	Masse der Wälzkörpereinheit
m	g	Masse
N	mm	Durchmesser der Senkung
N ₁	mm	Senktiefe
S	mm	Hub
t	mm	Wälzkörperteilung
t ₁	mm	Abstand Käfigende bis Mitte erster Wälzkörper
U	mm	Käfigbreite
U ₁	mm	Käfigdicke

2.2.2 LWR und LWRB

2

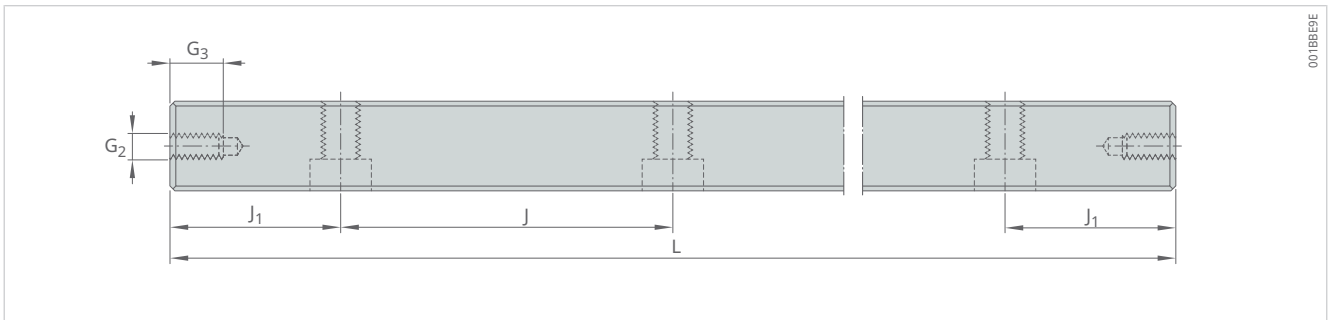


LWR



LWRB

Kurzzeichen	m	A	B	A ₁	D _w	J	J ₁	J ₁ min
-	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWRB 1	0,11	8,5	4	3,9	1,6	10	5	5
LWRB 2	0,23	12	6	5,5	2	15	8	8
LWR 3	0,45	18	8	8,2	3	25	13	13
LWR 6	1,46	31	15	13,9	6	50	25	20
LWR 9	3,14	44	22	19,7	9	100	50	20
LWR 12	5,23	58	28	25,9	12	100	50	25

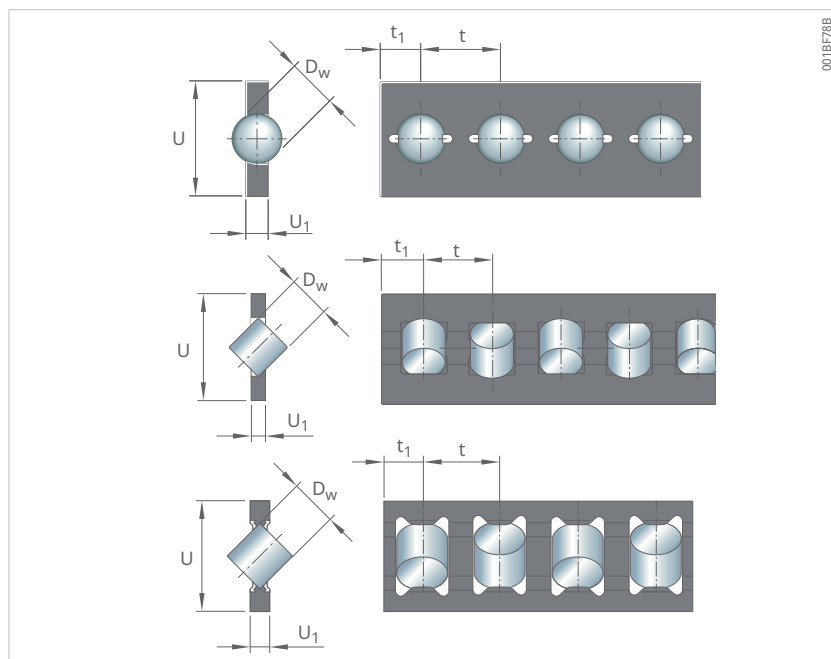


LWR, LWRB

J ₂	G	G ₁	N	N ₁	J ₃	G ₂	G ₃	L _{max}
mm	-	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm
1,8	M2	1,65	3,0	1,4	1,9	M1,6	2	150
2,5	M3	2,55	4,4	2,0	2,7	M2,5	3	200
3,5	M4	3,30	6,0	3,1	4,0	M3	6	400
6,0	M6	5,20	9,5	5,2	7,0	M5	9	1200
9,0	M8	6,80	10,5	6,2	10,0	M6	9	1500
12,0	M10	8,50	13,5	8,2	13,0	M8	12	1500

2.2.3 Wälzkörpereinheiten

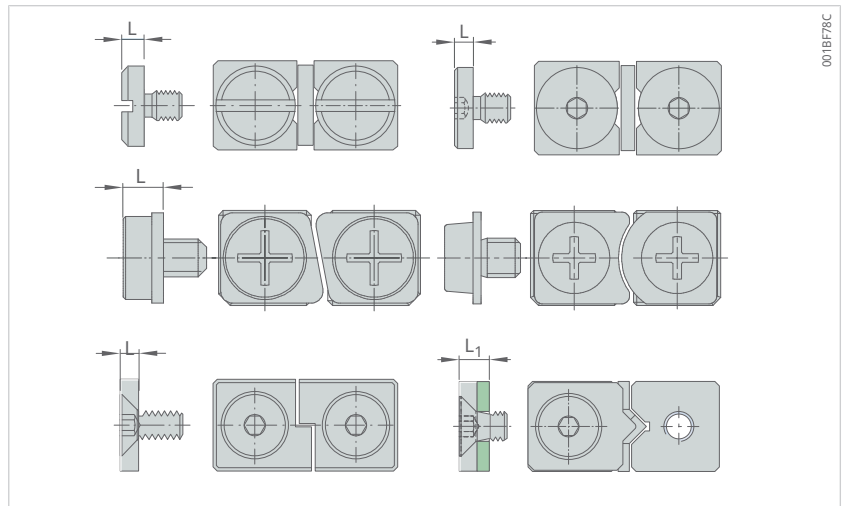
2



LWJK (oben), LWAK (mittig), LWAL (unten)

Kurz- zeichen	m	D_w	U	U_1	t	t_1	C_{10}	$C_{0\ 10}$	Max. Käfiglänge	Schiene
-	g/Wälzkörper	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	Wälzkörper	-
LWJK 1,588	0,02	1,6	3,5	0,50	2,2	1,4	410	580	38	LWRB 1
LWJK 2	0,05	2,0	5,0	0,75	3,9	2,9	640	720	25	LWRB 2
LWAK 3	0,17	3,0	7,5	1,00	5,0	3,5	1320	1600	200	LWR 3
LWAL 6	2,00	6,0	14,8	2,70	9,0	6,0	5850	6800	166	LWR 6
LWAL 9	6,00	9,0	20,0	4,00	14,0	9,4	17000	18300	106	LWR 9
LWAL 12	14,00	12,0	25,0	5,00	18,0	12,0	30000	30500	83	LWR 12

2.2.4 Endstücke



001B78C

LWERA 1 LWERA 2 (oben links), LWERA 3 bis LWERA 12 (oben rechts),
 LWERB 1 (mittig links), LWERB 2 (mittig rechts),
 LWERB 3 bis LWERB 12 (unten links), LWERC 3 bis LWERC 12 (unten rechts)

Kurzzeichen ¹⁾	m	L	L ₁	Befestigungsschraube		Schiene
				-	ISO 10642	
-	g	mm	mm	-	-	-
LWERA 1	0,0001	1,0	-	-	-	LWRB 1
LWERB 1	0,0001	1,7	-	M1,6	-	LWRB 1
LWERA 2	0,0003	1,5	-	-	-	LWRB 2
LWERB 2	0,0003	2,3	-	M2,5	-	LWRB 2
LWERA 3	0,001	2,5	-	-	-	LWR 3
LWERB 3	0,001	2,0	-	-	M3	LWR 3
LWERC 3	0,001	-	5	-	M3	LWR 3
LWERA 6	0,004	3,0	-	-	-	LWR 6
LWERB 6	0,004	3,0	-	-	M5	LWR 6
LWERC 6	0,006	-	6	-	M5	LWR 6
LWERA 9	0,008	4,0	-	-	-	LWR 9
LWERB 9	0,009	4,0	-	-	M6	LWR 9
LWERC 9	0,015	-	7	-	M6	LWR 9
LWERA 12	0,034	5,0	-	-	-	LWR 12
LWERB 12	0,007	5,0	-	-	M8	LWR 12
LWERC 12	0,033	-	8	-	M8	LWR 12

¹⁾ LWERC mit Abstreifern aus Filz

2.2.5 LWR in Kit-Verpackung

Kurzzeichen	C	C ₀	S	Schiene	Käfig	Endstück
	dyn.	stat.		4×	2×	8×
–	N	N	mm	–	–	–
LWR 3050 - Kit	999	1120	26	LWR 3050	LWAK 3×7	LWERA 3
LWR 3075 - Kit	422	1760	36	LWR 3075	LWAK 3×11	LWERA 3
LWR 3100 - Kit	811	2400	46	LWR 3100	LWAK 3×15	LWERA 3
LWR 3125 - Kit	88	2880	66	LWR 3125	LWAK 3×18	LWERA 3
LWR 3150 - Kit	442	5520	76	LWR 3150	LWAK 3×22	LWERA 3
LWR 3175 - Kit	781	4160	86	LWR 3175	LWAK 3×26	LWERA 3
LWR 3200 - Kit	110	4800	96	LWR 3200	LWAK 3×30	LWERA 3
LWR 6100 - Kit	915	5440	50	LWR 6100	LWAL 6×8	LWERA 6
LWR 6150 - Kit	744	8160	78	LWR 6150	LWAL 6×12	LWERA 6
LWR 6200 - Kit	441	10880	106	LWR 6200	LWAL 6×16	LWERA 6
LWR 6250 - Kit	45	13600	134	LWR 6250	LWAL 6×20	LWERA 6
LWR 6300 - Kit	955	17000	144	LWR 6300	LWAL 6×25	LWERA 6
LWR 6350 - Kit	422	19720	172	LWR 6350	LWAL 6×29	LWERA 6
LWR 6400 - Kit	846	22440	200	LWR 6400	LWAL 6×33	LWERA 6

3 Präzisionsschienenführungen LWRE

3.1 Produktausführung

3.1.1 Schienenführungen

Schienenführungen LWRE sind eine konsequente Weiterentwicklung der bewährten Schienenführungen LWR.

Neben den bekannten Eigenschaften der Schienenführungen LWR bieten die Schienenführungen LWRE den Vorteil einer 5-fach höheren Tragfähigkeit und doppelten Steifigkeit. Dies bedeutet, dass bei gleicher Tragfähigkeit eine Reduzierung der Lagergröße um 50 % gegenüber der Standard-Schienenführung LWR möglich ist.

51 Präzisionsschienenführung LWRE 6

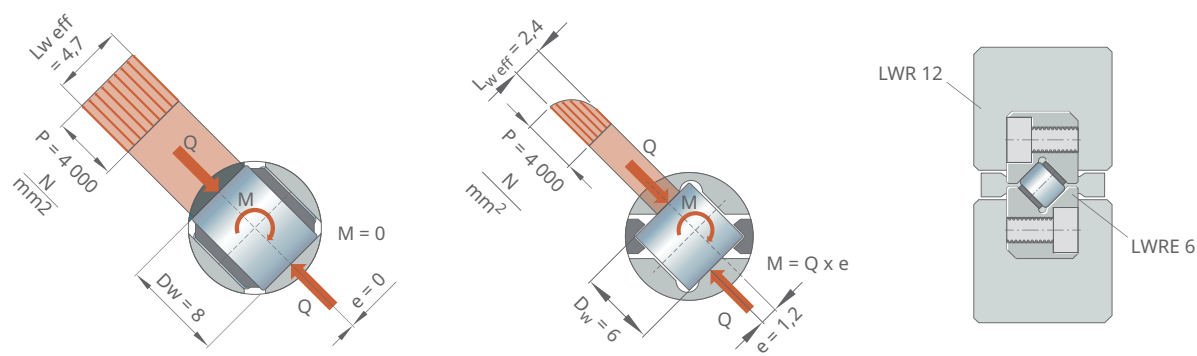


001BCD73

Alternativ führen unveränderte Außenabmessungen zu stark erhöhter statischer Tragsicherheit und Lebensdauer. Diese Verbesserungen resultieren aus einer optimierten Innengeometrie in Verbindung mit vergrößerten Rollendurchmessern. Darüber hinaus nutzen Schienenführungen LWRE die gesamte Rollenlänge aus, sodass keine Kippmomente oder Kantenspannungen auftreten können.

Die Einbaumaße und Anschlussmaße der Schienenführungen LWRE entsprechen denen der Modular Range-Schienenführungen.

52 Vergleich LWRE 6 mit LWR 6



001C358B

20 Lieferbare Längen für LWRE

Kurz- zeichen	L																					
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	800	900	1000
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWRE 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LWRE 4	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	o	o	o	o	-	o	-	-	-
LWRE 6	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	o	✓	o	o	o	o	o	o	-	-	-
LWRE 9	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	o	-	o	o	o	o

21 Lieferbare Längen für LWRE

Kurzzeichen	L								
	80	120	160	200	240	280	320	360	400
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWRE 2211	o	o	o	o	o	o	o	o	o

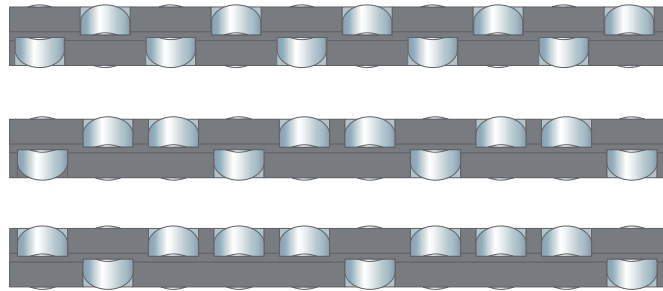
- ✓ Vorzugslänge
- o Standardlänge auf Anfrage
- auf Anfrage

Maximale Schienenlänge L_{max} siehe Produkttabellen

3.1.2 Wälzkörpereinheiten

Kreuzrollenkäfige LWAKE sind aus einzelnen Käfigelementen aus Kunststoff aufgebaut. Bei den Käfigen LWAKE 3, LWAKE 6 und LWAKE 9 sind diese Elemente in Snap-In-Technik zusammengefügt. Jedes einzelne Element ist per Hand um die Längsachse gegen die benachbarten Käfigelemente um 90° verdrehbar. Durch Drehen der Rollen in die Hauptlastrichtung können Tragzahl und Steifigkeit gesteigert werden. Standardmäßig sind die Rollen abwechselnd zueinander angeordnet.

53 Mögliche Anordnung der Kreuzrollen bei LWAKE



001 C44C6

Der Käfig umschließt die einzelnen Rollen und füllt außerdem den Freiraum zwischen den beiden Schienen fast vollständig aus. Damit ist zusätzlich ein Schutz vor Verunreinigung gegeben. Käfige LWAKE 4 bestehen aus Rollen-segmenten, deren Länge auf Kundenwunsch gefertigt wird. Individuelles Verdrehen der Käfigelemente ist bei der Größe 4 nicht möglich.

3.1.3 Endstücke

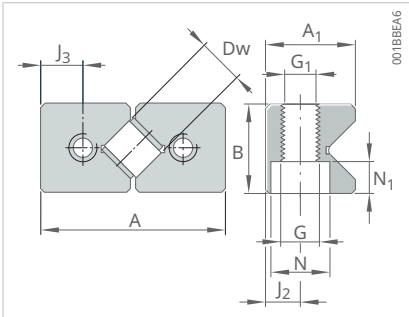
Endstücke verhindern das Herauswandern von Wälzkörpereinheiten über ein Schienenende. Endstücke LWERE sind standardmäßig bei horizontalen und vertikalen Einsatzfällen zu verwenden. Ein Endstück mit Abstreifer LWEREC ist ebenfalls lieferbar. Alle Endstücke werden mit entsprechenden Befestigungsschrauben geliefert.

3.2 Produkttabellen

3.2.1 Erläuterungen

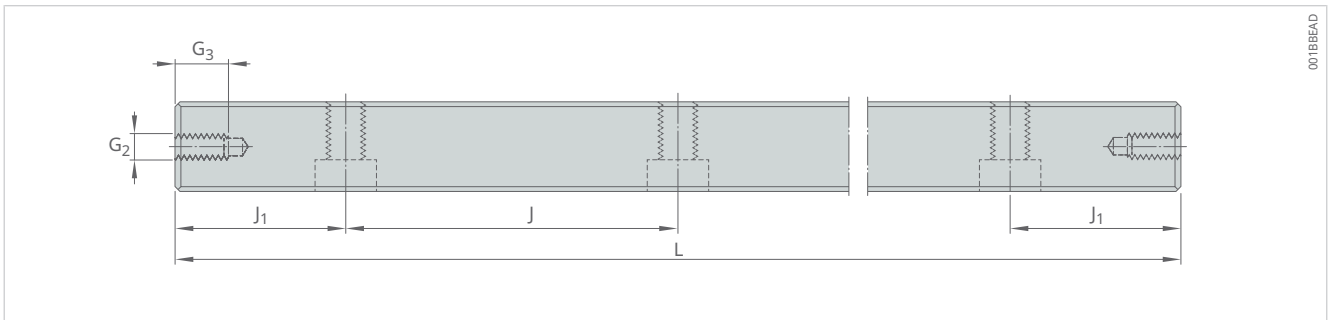
A	mm	Einbauhöhe
A ₁	mm	Schienenhöhe
B	mm	Breite
C	N	dynamische Tragzahl
C ₀	N	statische Tragzahl
C _{0 10}	N	statische Tragzahl für 10 Wälzkörper
C ₁₀	N	dynamische Tragzahl für 10 Wälzkörper
D _w	mm	Wälzkörperdurchmesser
G	-	Gewinde der Befestigungsbohrung
G ₁	mm	Durchmesser der Befestigungsbohrung
G ₂	-	Stirngewinde
G ₃	mm	Gewindetiefe
J	mm	Abstand Befestigungsbohrungen
J ₁	mm	Abstand Schienenende bis Mitte der ersten Befestigungsbohrung
J _{1 min}	mm	Mindestabstand Schienenende bis Mitte der ersten Befestigungsbohrung
J ₂	mm	Abstand
J ₃	mm	Abstand
L	mm	Schienenlänge
L	mm	Dicke des Endstücks
L ₁	mm	Dicke des Endstücks mit Abstreifer
L _{max}	mm	max. Schienenlänge
m	kg/m	Masse
m	g/Wälzkörper	Masse der Wälzkörpereinheit
m	g	Masse
N	mm	Durchmesser der Senkung
N ₁	mm	Senktiefe
S	mm	Hub
t	mm	Wälzkörperteilung
t ₁	mm	Abstand Käfigende bis Mitte erster Wälzkörper
t ₂	mm	Abstand Käfigende bis Mitte erster Wälzkörper

3.2.2 LWRE



LWRE

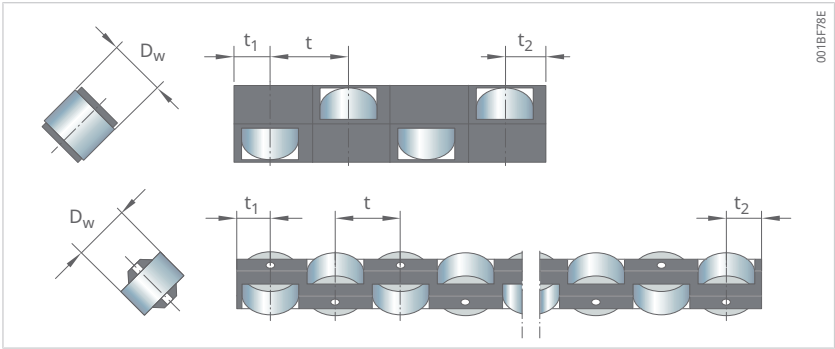
Kurzzeichen	m	A	B	A ₁	D _w	J	J ₁	J ₁ min
-	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWRE 3	0,44	18,0	8	8,7	4,0	25	12,5	12,5
LWRE 2211	0,80	22,0	11	10,7	4,0	40	20,0	15,0
LWRE 4	0,93	25,0	12	12,0	6,5	25	12,5	12,5
LWRE 6	1,44	31,0	15	15,2	8,0	50	25,0	20,0
LWRE 9	3,09	44,0	22	21,7	12,0	100	50,0	20,0



LWRE

J ₂	G	G ₁	N	N ₁	J ₃	G ₂	G ₃	L _{max}
mm	-	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm
3,5	M4	3,30	6,0	3,0	4,0	M3	6	400
4,5	M5	4,30	7,5	4,1	6,0	M3	6	500
5,0	M4	3,30	6,0	3,2	5,0	M3	6	700
6,0	M6	5,20	9,5	5,2	6,75	M5	9	1200
9,0	M8	6,80	10,5	6,2	9,75	M6	9	1500

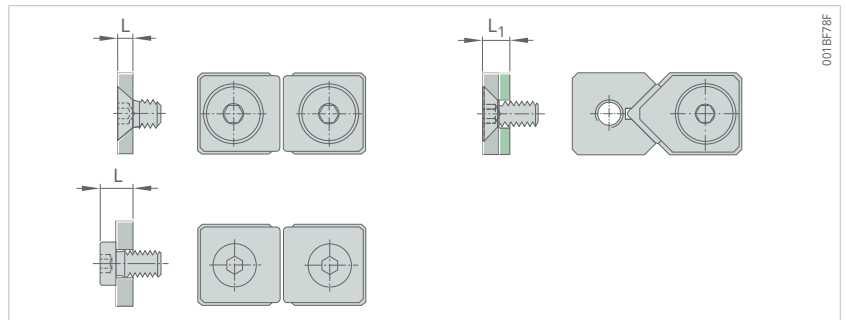
3.2.3 Wälzkörpereinheiten



LWAKE 3, 6, 9 (oben), LWAKE 4 (unten)

Kurz- zeichen	m	D _w	t	t ₁	t ₂	C ₁₀	C _{0 10}	Max. Käfiglänge	Schiene
-	g/Wälz- körper	mm	mm	mm	mm	N	N	mm	-
LWAKE 3	0,40	4,00	6,25	2,65	3,60	6300	8500	400	LWRE 3, LWRE 2211
LWAKE 4	1,20	6,50	8,00	4,30	4,30	17300	20800	700	LWRE 4
LWAKE 6	2,60	8,00	11,00	5,00	6,00	34000	39000	1000	LWRE 6
LWAKE 9	9,20	12,00	16,00	7,35	8,65	78000	78000	1000	LWRE 9

3.2.4 Endstücke



LWERE 3, 6, 9 (oben links), LWEREC 3, 6, 9 (oben rechts), LWERE 4 (unten)

3

Kurzzeichen ^{1) 2)}	m	L	L ₁	Befestigungs- schraube ISO 10642	Schiene
				-	
-	g	mm	mm	-	-
LWERE 3	0,001	2,0	-	M3	LWRE 3, LWRE 2211
LWEREC 3	0,0001	-	4	M3	LWRE 3, LWRE 2211
LWERE 4	0,002	4,0	-	M3	LWRE 4
LWERE 6	0,004	3,0	-	M5	LWRE 6
LWEREC 6	0,004	-	5	M5	LWRE 6
LWERE 9	0,01	3,0	-	M6	LWRE 9
LWEREC 9	0,012	-	6	M6	LWRE 9

1) LWEREC mit Abstreifern aus TPUR

2) LWERE 4 mit Befestigungsschrauben nach DIN 7984

3.2.5 LWRE in Kit-Verpackung

3

Kurzzeichen	C	C ₀	S	Schiene	Käfig	Endstück
	dyn.	stat.		4×	2×	8×
–	N	N	mm	–	–	–
LWRE 3050 - Kit	4 230	5 100	25	LWRE 3050	LWAKE 3×6	LWERE 3
LWRE 3075 - Kit	5 803	7 650	37,5	LWRE 3075	LWAKE 3×9	LWERE 3
LWRE 3100 - Kit	7 263	10 200	50	LWRE 3100	LWAKE 3×12	LWERE 3
LWRE 3125 - Kit	8 644	12 750	62,5	LWRE 3125	LWAKE 3×15	LWERE 3
LWRE 3150 - Kit	9 964	15 300	75	LWRE 3150	LWAKE 3×18	LWERE 3
LWRE 3175 - Kit	11 238	17 850	87,5	LWRE 3175	LWAKE 3×21	LWERE 3
LWRE 3200 - Kit	12 471	20 400	100	LWRE 3200	LWAKE 3×24	LWERE 3
LWRE 4100 - Kit	17 300	20 800	38,8	LWRE 4100	LWAKE 4×10	LWERE 4
LWRE 4150 - Kit	23 735	31 200	58,8	LWRE 4150	LWAKE 4×15	LWERE 4
LWRE 4200 - Kit	28 541	39 520	94,8	LWRE 4200	LWAKE 4×19	LWERE 4
LWRE 4250 - Kit	34 246	49 920	114,8	LWRE 4250	LWAKE 4×24	LWERE 4
LWRE 4300 - Kit	38 622	58 240	150,8	LWRE 4300	LWAKE 4×28	LWERE 4
LWRE 4350 - Kit	43 902	68 640	170,8	LWRE 4350	LWAKE 4×33	LWERE 4
LWRE 4400 - Kit	49 009	79 040	190,8	LWRE 4400	LWAKE 4×38	LWERE 4
LWRE 6100 - Kit	25 743	27 300	46	LWRE 6100	LWAKE 6×7	LWERE 6
LWRE 6150 - Kit	34 000	39 000	80	LWRE 6150	LWAKE 6×10	LWERE 6
LWRE 6200 - Kit	44 204	54 600	92	LWRE 6200	LWAKE 6×14	LWERE 6
LWRE 6250 - Kit	51 431	66 300	126	LWRE 6250	LWAKE 6×17	LWERE 6
LWRE 6300 - Kit	58 382	78 000	160	LWRE 6300	LWAKE 6×20	LWERE 6
LWRE 6350 - Kit	67 304	93 600	172	LWRE 6350	LWAKE 6×24	LWERE 6
LWRE 6400 - Kit	73 781	105 300	206	LWRE 6400	LWAKE 6×27	LWERE 6

4 Präzisionsschienenführungen LWRE ACS

4.1 Produktausführung

4.1.1 Schienenführungen

Schienenführungen LWRE ACS entsprechen denen der Ausführung LWRE, sind jedoch für einen zwangsgeführten Käfig LWAKE ACS ausgelegt.

54 Präzisionsschienenführung LWRE ACS



001BCD83

Durch das Anti-Creeping-System (ACS) wird das Käfigwandern, das z. B. durch hohe Beschleunigung, ungleiche Lastverteilung oder vertikalen Einbau verursacht wird, vermieden. Die Zwangsführung wird durch ein am Käfig befestigtes, patentiertes Zwangsführungselement erreicht, das in für ACS vorbereitete Schienenführungen LWRE greift, sodass die Wälzkörpereinheit in ihrer definierten Position bleibt. Standardmäßig weisen die Schienen über ihre gesamte Länge eine Verzahnung auf.

Vorteile:

- kein Käfigwandern
- Eignung für hohe Beschleunigungen, ungleiche Lastverteilung und vertikalen Einbau
- erhöhte Genauigkeit durch definierte Käfigposition
- einfache Austauschbarkeit mit Standard-Schienenführungen durch identische Außenabmessungen
- Reduzierung von Standzeiten und Wartungsaufwand

22 Lieferbare Längen für LWRE ACS

Kurzzeichen	L																					
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	800	900	1000
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWRE 3 ACS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LWRE 4 ACS	-	-	o	-	o	-	o	-	o	-	o	-	o	o	o	o	o	-	o	-	-	-
LWRE 6 ACS	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	o	-	✓	o	✓	o	✓	o	o	o	o	-	-	-
LWRE 9 ACS	-	-	-	-	-	-	o	-	-	-	o	-	o	-	o	-	o	-	o	o	o	o

23 Lieferbare Längen für LWRE ACS

Kurzzeichen	L							
	80	120	160	200	240	280	320	360
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWRE 2211 ACS	o	o	o	o	o	o	o	o

- ✓ Vorzugslänge
- o Standardlänge auf Anfrage
- auf Anfrage

Maximale Schienenlänge $L_{\max}$ siehe Produkttabellen

4.1.2 Wälzkörpereinheiten

Im Prinzip entsprechen die Käfige LWAKE ACS denen der Ausführung LWAKE. Jedoch sind Kreuzrollenkäfige LWAKE ACS mit einem in der Mitte des Käfigs angebrachten Zwangsführungselement ausgestattet. Die Tragfähigkeit von LWAKE ACS entspricht ebenfalls der von Standard-Kreuzrollenkäfigen LWAKE, vorausgesetzt, sie enthalten eine identische Anzahl an Wälzkörpern. Zu beachten ist jedoch, dass Käfige LWAKE ACS aufgrund des zusätzlichen Zwangsführungselements länger sind als die entsprechenden Käfige LWAKE, auch wenn die Anzahl der Rollen identisch ist. Überlaufende Wälzkörpereinheiten sollten nur nach Rücksprache mit Schaeffler verwendet werden.

4.1.3 Endstücke

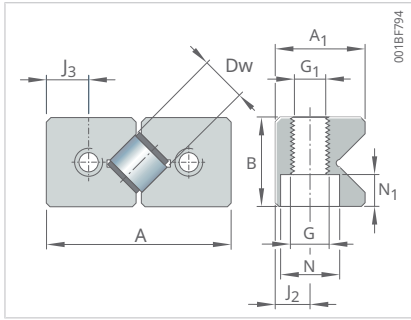
Endstücke werden in der Regel nicht benötigt, aber da aus fertigungstechnischen Gründen standardmäßig Gewindebohrungen an der Stirnseite der Schiene angebracht sind, können Endstücke montiert werden. Endstücke LWRE werden bei horizontalen und vertikalen Einbaufällen verwendet. Ein Endstück mit Abstreifer LWRECE ist ebenfalls erhältlich. Alle Endstücke werden mit entsprechenden Befestigungsschrauben geliefert. Die Endstücke für Schienenführungen LWRE sind auch für Schienenführungen LWRE ACS geeignet.

4.2 Produkttabellen

4.2.1 Erläuterungen

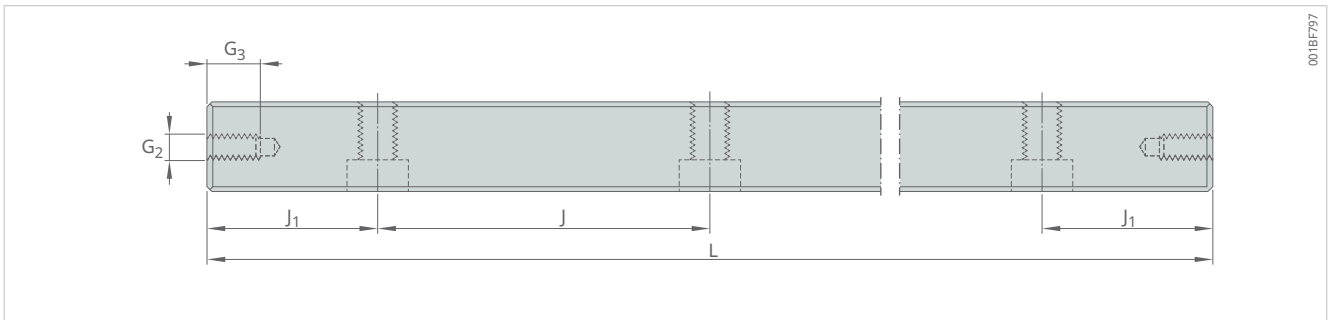
A	mm	Einbauhöhe
A ₁	mm	Schienenhöhe
B	mm	Breite
C	N	dynamische Tragzahl
C ₀	N	statische Tragzahl
C _{0 10}	N	statische Tragzahl für 10 Wälzkörper
C ₁₀	N	dynamische Tragzahl für 10 Wälzkörper
D _w	mm	Wälzkörperdurchmesser
G	-	Gewinde der Befestigungsbohrung
G ₁	mm	Durchmesser der Befestigungsbohrung
G ₂	-	Stirngewinde
G ₃	mm	Gewindetiefe
J	mm	Abstand Befestigungsbohrungen
J ₁	mm	Abstand Schienenende bis Mitte der ersten Befestigungsbohrung
J _{1 min}	mm	Mindestabstand Schienenende bis Mitte der ersten Befestigungsbohrung
J ₂	mm	Abstand
J ₃	mm	Abstand
L	mm	Schienenlänge
L	mm	Dicke des Endstücks
L ₁	mm	Dicke des Endstücks mit Abstreifer
L _{max}	mm	max. Schienenlänge
m	kg/m	Masse
m	g/Wälzkörper	Masse der Wälzkörpereinheit
m	g	Masse
N	mm	Durchmesser der Senkung
N ₁	mm	Senktiefe
S	mm	Hub
t	mm	Wälzkörperteilung
t ₁	mm	Abstand Käfigende bis Mitte erster Wälzkörper
t ₂	mm	Abstand Käfigende bis Mitte erster Wälzkörper
t ₃	mm	Länge des ACS-Systems
t ₄	mm	ACS-Reserve

4.2.2 LWRE ACS



LWRE ACS

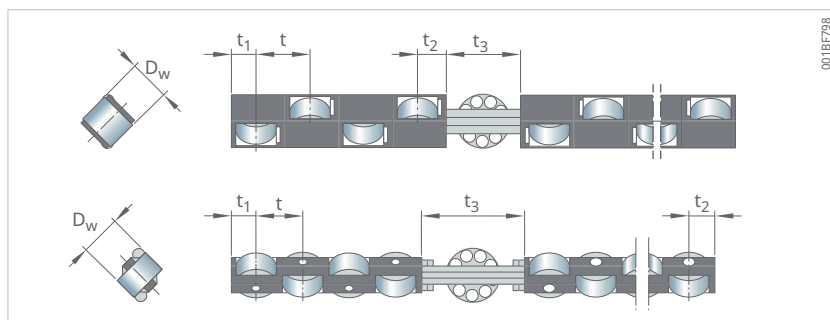
Kurzzeichen	m	A	B	A ₁	D _w	J	J ₁	J ₁ min
-	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWRE 3 ACS	0,44	18,0	8,0	8,7	4,0	25	12,5	12,5
LWRE 2211 ACS	0,80	22,0	11,0	10,7	4,0	40	20,0	15,0
LWRE 4 ACS	0,92	25,0	12,0	12,0	6,5	25	12,5	12,5
LWRE 6 ACS	1,44	31,0	15,0	15,2	8,0	50	25,0	20,0
LWRE 9 ACS	3,08	44,0	22,0	21,7	12,0	100	50,0	20,0



LWRE ACS

J ₂	G	G ₁	N	N ₁	J ₃	G ₂	G ₃	L _{max}
mm	-	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm
3,5	M4	3,3	6,0	3,0	4,00	M3	6	400
4,5	M5	4,3	7,5	4,1	6,00	M3	6	500
5,0	M4	3,3	6,0	3,2	5,00	M3	6	700
6,0	M6	5,2	9,5	5,2	6,75	M5	9	1200
9,0	M8	6,8	10,5	6,2	9,75	M6	9	1500

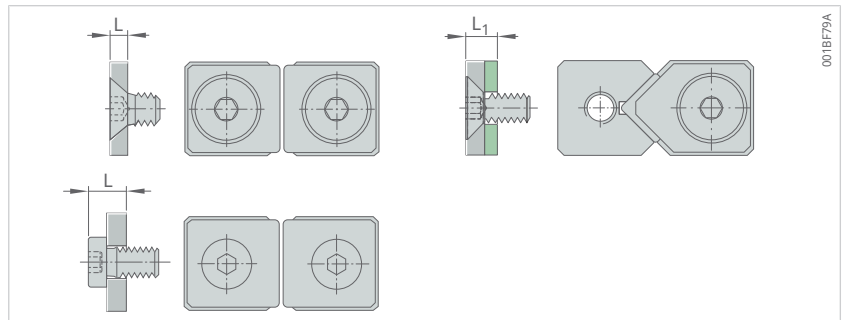
4.2.3 Wälzkörpereinheiten



LWAKE 3 ACS, LWAKE 6 ACS, LWAKE 9 ACS (oben), LWAKE 4 ACS (unten)

Kurzzeichen	m	D_w	t	t_1	t_2	t_3	t_4	C_{10}	$C_{0\ 10}$	Max. Käfiglänge	Schiene
-	g/Wälzkörper	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	mm	-
LWAKE 3 ACS	0,4	4,0	6,25	2,65	3,60	9,0	0,9	6300	8500	400	LWRE 3 ACS, LWRE 2211 ACS
LWAKE 4 ACS	1,2	6,5	8,00	4,30	4,30	17,0	1,4	17300	20800	700	LWRE 4 ACS
LWAKE 6 ACS	2,6	8,0	11,00	5,00	6,00	15,0	1,8	34000	39000	1000	LWRE 6 ACS
LWAKE 9 ACS	9,2	12,0	16,00	7,35	8,65	21,5	2,5	78000	78000	1000	LWRE 9 ACS

4.2.4 Endstücke



LWERE 3, 6, 9 (oben links), LWEREC 3, 6, 9 (oben rechts), LWERE 4 (unten)

4

Kurzzeichen ^{1) 2)}	m	L	L ₁	Befestigungs- schraube ISO 10642	Schiene
				-	
-	g	mm	mm	-	-
LWERE 3	0,001	2,0	-	M3	LWRE 3 ACS, LWRE 2211 ACS
LWEREC 3	0,0001	-	4	M3	LWRE 3 ACS, LWRE 2211 ACS
LWERE 4	0,002	4,0	-	M3	LWRE 4 ACS
LWERE 6	0,004	3,0	-	M5	LWRE 6 ACS
LWEREC 6	0,004	-	5	M5	LWRE 6 ACS
LWERE 9	0,01	3,0	-	M6	LWRE 9 ACS
LWEREC 9	0,012	-	6	M6	LWRE 9 ACS

¹⁾ LWEREC mit Abstreifern aus TPUR

²⁾ LWERE 4 mit Befestigungsschrauben nach DIN 7984

4.2.5 LWRE ACS in Kit-Verpackung

4

Kurzzeichen	C	C ₀	S	Schiene	Käfig	Endstück
	dyn.	stat.		4×	2×	8×
–	N	N	mm	–	–	–
LWRE 3050 ACS - Kit	3 465	4 250	17,7	LWRE 3050 ACS	LWAKE 3×5 ACS	LWERE 3
LWRE 3075 ACS - Kit	4 230	5 100	55,2	LWRE 3075 ACS	LWAKE 3×6 ACS	LWERE 3
LWRE 3100 ACS - Kit	6 300	8 500	55,2	LWRE 3100 ACS	LWAKE 3×10 ACS	LWERE 3
LWRE 3125 ACS - Kit	7 731	11 050	67,7	LWRE 3125 ACS	LWAKE 3×13 ACS	LWERE 3
LWRE 3150 ACS - Kit	9 090	13 600	80,2	LWRE 3150 ACS	LWAKE 3×16 ACS	LWERE 3
LWRE 3175 ACS - Kit	9 964	15 300	105,2	LWRE 3175 ACS	LWAKE 3×18 ACS	LWERE 3
LWRE 3200 ACS - Kit	11 653	18 700	105,2	LWRE 3200 ACS	LWAKE 3×22 ACS	LWERE 3
LWRE 4100 ACS - Kit	14 536	16 640	35,2	LWRE 4100 ACS	LWAKE 4×8 ACS	LWERE 4
LWRE 4150 ACS - Kit	19 944	24 960	71,2	LWRE 4150 ACS	LWAKE 4×12 ACS	LWERE 4
LWRE 4200 ACS - Kit	26 170	35 360	91,2	LWRE 4200 ACS	LWAKE 4×17 ACS	LWERE 4
LWRE 4250 ACS - Kit	30 859	43 680	127,2	LWRE 4250 ACS	LWAKE 4×21 ACS	LWERE 4
LWRE 4300 ACS - Kit	36 452	54 080	147,2	LWRE 4300 ACS	LWAKE 4×26 ACS	LWERE 4
LWRE 4350 ACS - Kit	41 813	64 480	167,2	LWRE 4350 ACS	LWAKE 4×31 ACS	LWERE 4
LWRE 4400 ACS - Kit	45 964	72 800	203,2	LWRE 4400 ACS	LWAKE 4×35 ACS	LWERE 4
LWRE 6100 ACS - Kit	22 826	23 400	34,4	LWRE 6100 ACS	LWAKE 6×6 ACS	LWERE 6
LWRE 6150 ACS - Kit	31 318	35 100	68,4	LWRE 6150 ACS	LWAKE 6×9 ACS	LWERE 6
LWRE 6200 ACS - Kit	39 196	46 800	102,4	LWRE 6200 ACS	LWAKE 6×12 ACS	LWERE 6
LWRE 6250 ACS - Kit	49 056	62 400	114,4	LWRE 6250 ACS	LWAKE 6×16 ACS	LWERE 6
LWRE 6300 ACS - Kit	56 093	74 100	148,4	LWRE 6300 ACS	LWAKE 6×19 ACS	LWERE 6
LWRE 6350 ACS - Kit	65 107	89 700	160,4	LWRE 6350 ACS	LWAKE 6×23 ACS	LWERE 6
LWRE 6400 ACS - Kit	71 640	101 400	194,4	LWRE 6400 ACS	LWAKE 6×26 ACS	LWERE 6

5 Präzisionsschienenführungen LWRE ACSM und LWRB ACSM

5.1 Produktausführung

5.1.1 Schienenführungen

In den Schienenführungen LWRE ACSM und LWRB ACSM kommt die Weiterentwicklung unserer Lösung ACS zur Anwendung und ist für Schienen mit einer maximalen Länge von 400 mm verfügbar.

55 Präzisionsschienenführung LWRE ACSM



001BCD8C

56 Präzisionsschienenführung LWRB ACSM



001BCD69

Diese Schienenführungen weisen die gleichen Außenmaße auf, wie die entsprechenden Ausführungen ohne ACSM, sind jedoch für den Einsatz mit zwangsgeführten Käfigen LWAKE ACSM konzipiert. Dieser Käfig weist ein Evolventenzahnrad aus Messing als Zwangsführungselement auf. In Kombination mit der direkt in die Führungsschiene eingearbeiteten Verzahnung verhindert er das Käfigwandern äußerst effektiv, sodass sich diese Schienenführungen insbesondere für Anwendungen mit hohen Beschleunigungen eignen. Die Führungsschienen sind standardmäßig aus korrosionsbeständigem Stahl gefertigt.

24 Lieferbare Längen für LWRB ACSM, LWRE ACSM

Kurzzeichen	L																			
	30	45	50	60	75	90	100	105	120	125	135	150	175	200	225	250	275	300	350	400
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWRB 2 ACSM	o	o	-	o	o	o	-	o	o	-	o	o	-	-	-	-	-	-	-	-
LWRE 3 ACSM	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
LWRE 4 ACSM	-	-	-	-	-	-	o	-	-	-	-	o	-	o	-	o	-	o	-	o
LWRE 6 ACSM	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	✓	✓
LWRE 9 ACSM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	o	-	o	-	o	-	✓

25 Lieferbare Längen für LWRE ACSM

Kurzzeichen	L							
	80	120	160	200	240	280	320	360
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWRE 2211 ACSM	o	o	o	o	o	o	o	o

- ✓ Vorzugslänge
- o Standardlänge auf Anfrage
- auf Anfrage

Maximale Schienenlänge $L_{\max}$ siehe Produkttabellen

5.1.2 Wälzkörpereinheiten

Im Prinzip entsprechen die Käfige LWAKE ACSM denen der Ausführung LWAKE. Jedoch sind Kreuzrollenkäfige LWAKE ACSM mit einem in der Mitte des Käfigs angebrachten Zwangsführungselement aus Messing ausgestattet. Bei der Festlegung der Länge der Wälzkörpereinheit ist der durch das Zwangsführungselement bedingte zusätzlich Platzbedarf zu berücksichtigen. Überlaufende Kreuzrollenkäfige sollten nur nach Rücksprache mit Schaeffler zum Einsatz kommen. Bei den angegebenen Tragzahlen, sowohl bei den Wälzkörpereinheiten als auch bei den KIT-Verpackungen, ist die Verwendung korrosionsbeständiger Schienenführungen bereits berücksichtigt, sodass der für die Berechnung der Lebensdauer benötigte Beiwert $f_h = 1$ bleibt.

5.1.3 Endstücke

Schienenführungen LWRE ACSM sind nicht für die Verwendung mit Endstücken ausgelegt. Werden diese jedoch benötigt, so ist dies in der Bestellangabe für die Schiene separat über das Nachsetzzeichen E7 anzugeben. Die Endstücke für Schienenführungen LWRE sind auch für Schienenführungen LWRE ACSM geeignet.

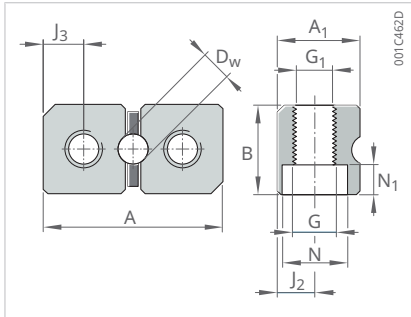
5.2 Produkttabellen

5.2.1 Erläuterungen

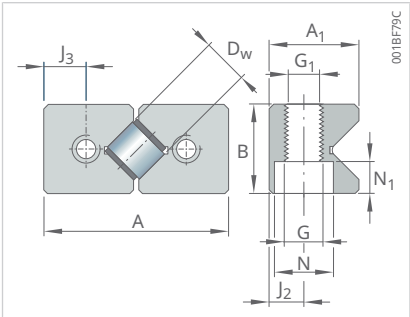
A	mm	Einbauhöhe
A ₁	mm	Schienenhöhe
B	mm	Breite
C	N	dynamische Tragzahl
C ₀	N	statische Tragzahl
C _{0 10}	N	statische Tragzahl für 10 Wälzkörper
C ₁₀	N	dynamische Tragzahl für 10 Wälzkörper
D _w	mm	Wälzkörperdurchmesser
G	-	Gewinde der Befestigungsbohrung
G ₁	mm	Durchmesser der Befestigungsbohrung
G ₂	-	Stirngewinde
G ₃	mm	Gewindetiefe
J	mm	Abstand Befestigungsbohrungen
J ₁	mm	Abstand Schienenende bis Mitte der ersten Befestigungsbohrung
J _{1 min}	mm	Mindestabstand Schienenende bis Mitte der ersten Befestigungsbohrung
J ₂	mm	Abstand
J ₃	mm	Abstand
L	mm	Schienenlänge
L _{max}	mm	max. Schienenlänge
m	kg/m	Masse
m	g/Wälzkörper	Masse der Wälzkörpereinheit
N	mm	Durchmesser der Senkung
N ₁	mm	Senktiefe
S	mm	Hub
t	mm	Wälzkörperteilung
t ₁	mm	Abstand Käfigende bis Mitte erster Wälzkörper
t ₂	mm	Abstand Käfigende bis Mitte erster Wälzkörper
t ₃	mm	Länge des ACS-Systems
t ₄	mm	ACS-Reserve

5.2.2 LWRE ACSM

5



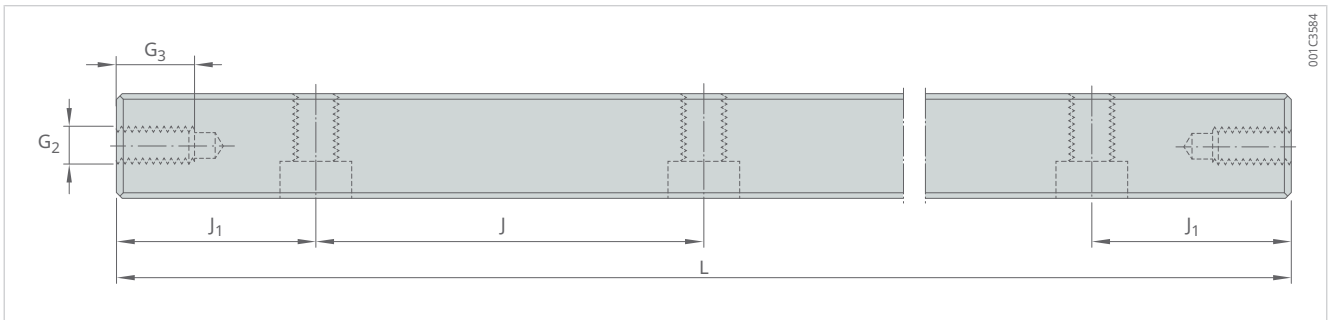
LWRB ACSM ¹⁾



LWRE ACSM ¹⁾

Kurzzeichen	m	A	B	A ₁	D _w	J	J ₁	J ₁ min
-	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWRB 2 ACSM	0,23	12,0	6	5,5	2,0	15	7,5	7,5
LWRE 3 ACSM	0,44	18,0	8,0	8,7	4,0	25	12,5	12,5
LWRE 2211 ACSM	0,79	22,0	11,0	10,7	4,0	40	20,0	15,0
LWRE 4 ACSM	0,91	25,0	12,0	12,0	6,5	25	12,5	12,5
LWRE 6 ACSM	1,42	31,0	15,0	15,2	8,0	50	25,0	20,0
LWRE 9 ACSM	3,05	44,0	22,0	21,7	12,0	100	50,0	20,0

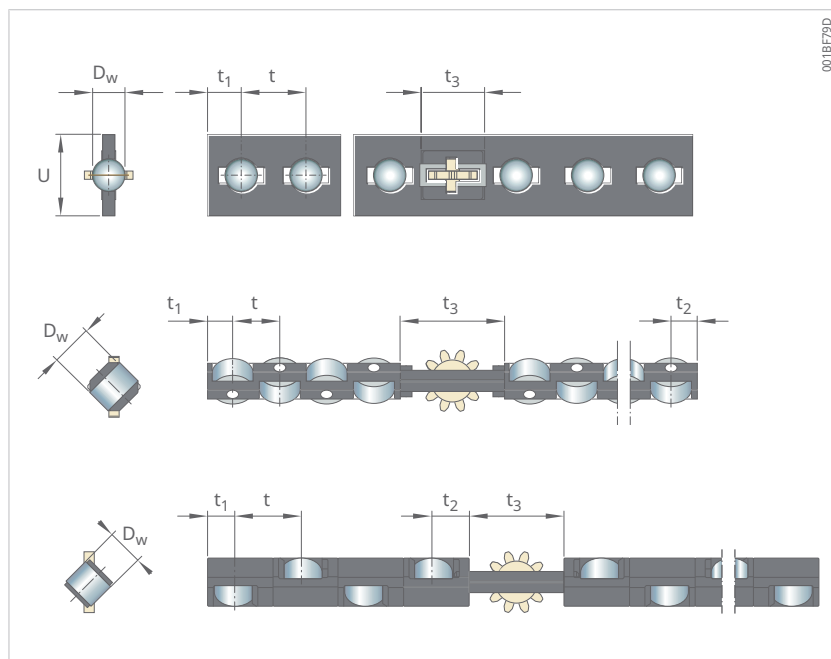
¹⁾ optional mit Stirngewinden lieferbar (Nachsetzzeichen E7)


LWRB ACSM, LWRE ACSM ¹⁾

5

J ₂	G	G ₁	N	N ₁	J ₃ ¹⁾	G ₂ ¹⁾	G ₃ ¹⁾	L _{max}
mm	-	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm
2,5	M3	2,55	4,4	2,0	2,7	M2,5	3	200
3,5	M4	3,30	6,0	3,0	4,00	M3	6	400
4,5	M5	4,30	7,5	4,1	6,00	M3	6	400
5,0	M4	3,30	6,0	3,2	5,00	M3	6	400
6,0	M6	5,20	9,5	5,2	6,75	M5	9	400
9,0	M8	6,80	10,5	6,2	9,75	M6	9	400

5.2.3 Wälzkörpereinheiten



LWJK 2 ACSM (oben), LWAKE 4 ACSM (mittig), LWAKE 3 ACSM, LWAKE 6 ACSM, LWAKE 9 ACSM (unten)

Kurzzeichen	m	D _w	t	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	C ₁₀	C _{0 10}	Max. Käfiglänge		Schiene
-	g/Wälzkörper	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	mm	Anzahl Kugeln	-
LWJK 2 ACSM	0,05	2,00	3,90	2,90	-	3,9	0,5	510	650	-	24	LWRB 2 ACSM
LWAKE 3 ACSM	0,40	4,00	6,25	2,65	3,60	9,0	0,8	5040	8160	400	-	LWRE 3 ACSM, LWRE 2211 ACSM
LWAKE 4 ACSM	1,20	6,50	8,00	4,30	4,30	17,0	1,1	13840	19968	400	-	LWRE 4 ACSM
LWAKE 6 ACSM	2,60	8,00	11,00	5,00	6,00	15,0	1,1	27200	37440	400	-	LWRE 6 ACSM
LWAKE 9 ACSM	9,20	12,00	16,00	7,35	8,65	21,5	1,1	62400	74880	400	-	LWRE 9 ACSM

5.2.4 LWRE ACSM in Kit-Verpackung

5

Kurzzeichen	C	C ₀	S	Schiene	Käfig
	dyn.	stat.		4×	2×
–	N	N	mm	–	–
LWRE 3050 ACSM - Kit	2 940	4 080	17,9	LWRE 3050 ACSM	LWAKE 3×5 ACSM
LWRE 3075 ACSM - Kit	3 380	4 900	55,4	LWRE 3075 ACSM	LWAKE 3×6 ACSM
LWRE 3100 ACSM - Kit	5 040	8 160	55,4	LWRE 3100 ACSM	LWAKE 3×10 ACSM
LWRE 3125 ACSM - Kit	6 180	10 610	67,9	LWRE 3125 ACSM	LWAKE 3×13 ACSM
LWRE 3150 ACSM - Kit	7 270	13 060	80,4	LWRE 3150 ACSM	LWAKE 3×16 ACSM
LWRE 3175 ACSM - Kit	7 970	14 690	105,4	LWRE 3175 ACSM	LWAKE 3×18 ACSM
LWRE 3200 ACSM - Kit	9 320	17 950	105,4	LWRE 3200 ACSM	LWAKE 3×22 ACSM
LWRE 6100 ACSM - Kit	18 260	22 460	35,8	LWRE 6100 ACSM	LWAKE 6×6 ACSM
LWRE 6150 ACSM - Kit	25 050	33 700	69,8	LWRE 6150 ACSM	LWAKE 6×9 ACSM
LWRE 6200 ACSM - Kit	31 360	44 930	103,8	LWRE 6200 ACSM	LWAKE 6×12 ACSM
LWRE 6250 ACSM - Kit	39 240	59 900	115,8	LWRE 6250 ACSM	LWAKE 6×16 ACSM
LWRE 6300 ACSM - Kit	44 870	71 140	149,8	LWRE 6300 ACSM	LWAKE 6×19 ACSM
LWRE 6350 ACSM - Kit	52 090	86 110	161,8	LWRE 6350 ACSM	LWAKE 6×23 ACSM
LWRE 6400 ACSM - Kit	57 310	97 340	195,8	LWRE 6400 ACSM	LWAKE 6×26 ACSM

6 Präzisionsschienenführungen LWRM und LWRV

6.1 Produktausführung

6.1.1 Schienenführungen

Schienenführungen LWRM und LWRV ermöglichen hochbelastbare Linearführungssysteme höchster Steifigkeit. Die Einbaumaße und Anschlussmaße der Schienenführungen LWRM und LWRV entsprechen denen der Modular Range Schienenführungen aus diesem Katalog.

57 Präzisionsschienenführung LWRM 6, LWRV 6



26 Lieferbare Längen für LWRM, LWRV

Kurzzeichen	L												
	100 mm	150 mm	200 mm	250 mm	300 mm	350 mm	400 mm	500 mm	600 mm	700 mm	800 mm	900 mm	1000 mm
LWRM 6	✓	✓	✓	✓	✓	o	✓	o	o	o	-	-	-
LWRV 6	✓	✓	✓	✓	✓	o	✓	o	o	o	-	-	-
LWRM 9	-	-	✓	-	✓	-	✓	✓	o	o	o	o	o
LWRV 9	-	-	✓	-	✓	-	✓	✓	o	o	o	o	o

- ✓ Vorzugslänge
- o Standardlänge auf Anfrage
- auf Anfrage

Maximale Schienenlänge $L_{\max}$ siehe Produkttabellen

6.1.2 Wälzkörpereinheiten

Bei Nadelrollenkäfigen der Ausführung LWHW werden die Nadelrollen in einem Aluminiumkäfig gehalten. Die Nadelrollenkäfige LWHV bestehen aus einem Kunststoffkäfig und Nadelrollen, die ebenfalls vom Käfig gehalten werden. Sie werden für die Größen 6 und 9 angeboten. Bei der Bestellung ist die Käfiglänge in mm nach der Bezeichnung der Wälzkörpereinheit anzugeben, z. B. LWHW 10×225.

6.1.3 Endstücke

Endstücke verhindern das Herauswandern der Wälzkörpereinheit über ein Schienenende. Aufgrund des konstruktiven Aufbaus von Schienenführungen LWRM und LWRV und der entsprechenden Endstücke muss nur eine der beiden Schienen, entweder die M-förmige oder die V-förmige, mit Endstücken versehen werden. Endstücke der Ausführung LWEARM und LWEARV sind mit einem Kunststoffabstreifer mit Dichtlippe versehen, der die Laufbahnen weitestgehend von Verschmutzung freihält. Alle Endstücke werden mit passenden Befestigungsschrauben geliefert.

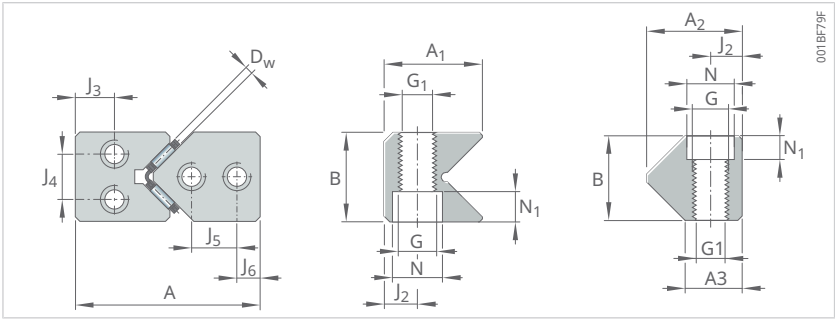
6

6.2 Produkttabellen

6.2.1 Erläuterungen

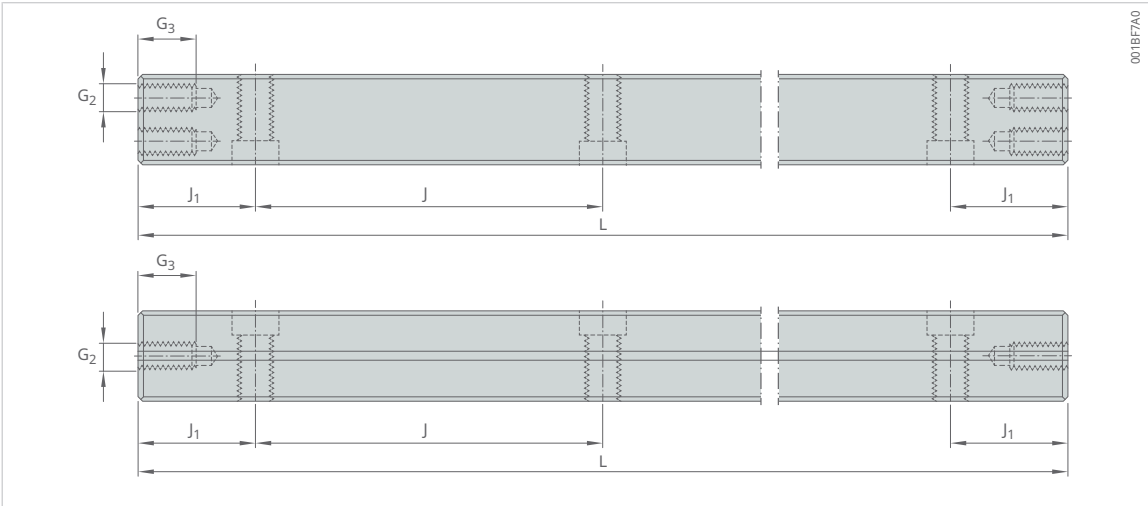
A	mm	Einbauhöhe
A ₁	mm	Schienenhöhe
A ₂	mm	Schienenhöhe
A ₃	mm	Höhe
b	-	Biegerichtung
B	mm	Breite
C _{0 10}	N	statische Tragzahl für 10 Wälzkörper
C ₁₀	N	dynamische Tragzahl für 10 Wälzkörper
D _w	mm	Wälzkörperdurchmesser
G	-	Gewinde der Befestigungsbohrung
G ₁	mm	Durchmesser der Befestigungsbohrung
G ₂	-	Stirngewinde
G ₃	mm	Gewindetiefe
J	mm	Abstand Befestigungsbohrungen
J ₁	mm	Abstand Schienenende bis Mitte der ersten Befestigungsbohrung
J _{1 min}	mm	Mindestabstand Schienenende bis Mitte der ersten Befestigungsbohrung
J ₂	mm	Abstand
J ₃	mm	Abstand
J ₄	mm	Abstand
J ₅	mm	Abstand
J ₆	mm	Abstand
L	mm	Schienenlänge
L	mm	Dicke des Endstücks
L ₁	mm	Dicke des Endstücks mit Abstreifer
L _{max}	mm	max. Schienenlänge
L _w	mm	Länge des Wälzkörpers
m	kg/m	Masse
m	g/Wälzkörper	Masse der Wälzkörpereinheit
m	g	Masse
N	mm	Durchmesser der Senkung
N ₁	mm	Senktiefe
t	mm	Wälzkörperteilung
t ₁	mm	Abstand Käfigende bis Mitte erster Wälzkörper
U	mm	Käfigbreite

6.2.2 LWRM und LWRV



LWRM, LWRV (links), LWRM (mittig), LWRV (rechts)

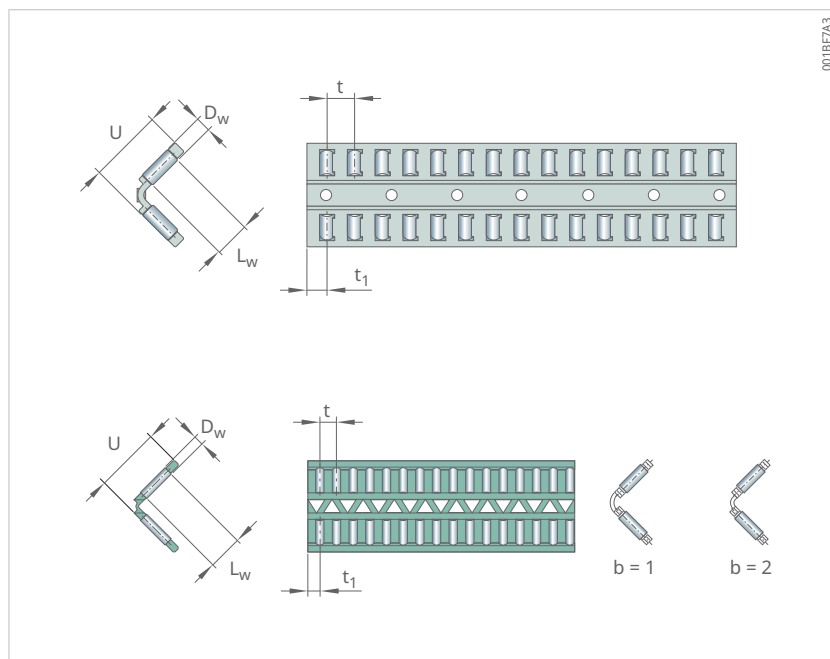
Kurzzeichen	m	A	B	A ₁	A ₂	A ₃	D _w	J	J ₁	J ₁ min
-	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWRM 6	1,48	31	15	16,5	-	-	2,0	50	25	20
LWRV 6	1,61	31	15	-	17,8	10,8	2,0	50	25	20
LWRM 9	3,14	44	22	23,1	-	-	2,0	100	50	20
LWRV 9	3,71	44	22	-	26,9	16,6	2,0	100	50	20



LWRM (oben), LWRV (unten)

J2	G	G1	N	N1	J3	J4	J5	J6	G2	G3	Lmax
mm	-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm
6	M6	5,2	9,5	5,2	8,5	7,0	-	-	M3	6	1000
6	M6	5,2	9,5	5,2	-	-	7,0	6,0	M3	6	1000
9	M8	6,8	10,5	6,2	10,0	11,0	-	-	M5	8	1700
9	M8	6,8	10,5	6,2	-	-	10,0	6,0	M5	8	1700

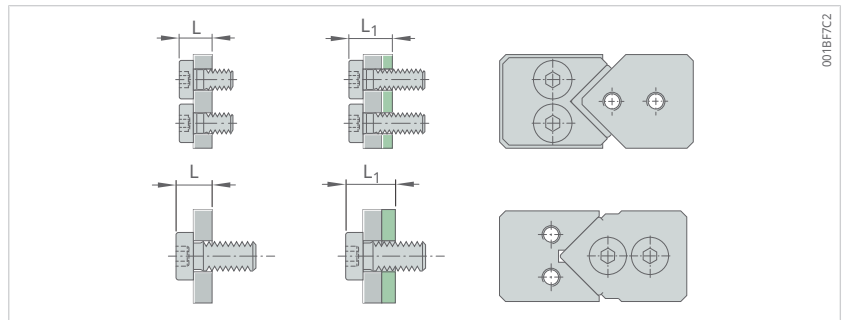
6.2.3 Wälzkörpereinheiten



LWHW (oben), LWHV, Biegerichtung 1 und 2 (unten)

Kurz- zeichen	m	D _w	L _w	U	t	t ₁	C ₁₀	C _{0 10}	Max. Käfiglänge	b ¹⁾	Schiene
-	g/m	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	mm	-	-
LWHV 10	76	2,0	4,8	10	3,75	2,7	10400	25500	2000	1	LWRM 6, LWRV 6
LWHW 10	105	2,0	4,8	10	4,00	2,7	10400	25500	2000	-	LWRM 6, LWRV 6
LWHV 15	120	2,0	7,8	15	3,75	2,7	16300	45000	2000	2	LWRM 9, LWRV 9
LWHW 15	138	2,0	6,8	15	4,50	3,5	14600	42500	2000	-	LWRM 9, LWRV 9

6.2.4 Endstücke



LWERM (oben links), LWEARM (oben mittig), Vorderansicht (oben rechts),
LWERV (unten links), LWEARV (unten mittig), Vorderansicht (unten rechts)

6

Kurzzeichen ¹⁾	m	L	L ₁	Befestigungs- schraube DIN 7984	Schiene
				-	
-	g	mm	mm	-	-
LWERM 6	0,003	4,0	-	M3	LWRM 6
LWERV 6	0,003	4,0	-	M3	LWRV 6
LWEARM 6	0,004	-	6	M3	LWRM 6
LWEARV 6	0,004	-	6	M3	LWRV 6
LWERM 9	0,01	6,5	-	M5	LWRM 9
LWERV 9	0,014	6,5	-	M5	LWRV 9
LWEARM 9	0,011	-	8,5	M5	LWRM 9
LWEARV 9	0,015	-	8,5	M5	LWRV 9

¹⁾ LWEARM, LWEARV mit Abstreifern aus TPC-ET

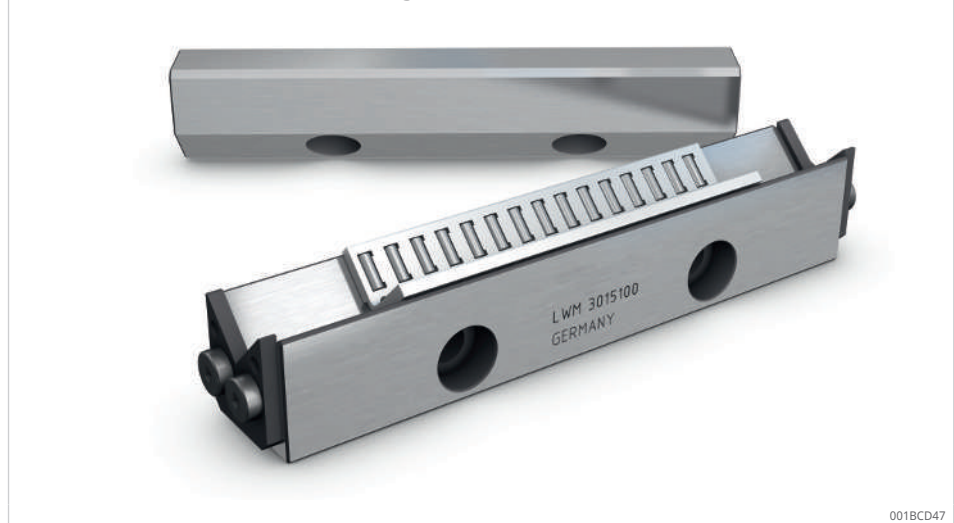
7 Präzisionsschienenführungen LWM und LWV

7.1 Produktausführung

7.1.1 Schienenführungen

Schienenführungen LWM und LWV ermöglichen hochbelastbare Linear-einheiten mit maximaler Steifigkeit. Ihre Innengeometrie entspricht der im Modular Range enthaltenen Schienenführungen LWRM und LWRV und werden ebenfalls mit Nadelrollenkäfigen betrieben. Die verfügbare Baugrößen reichen, dem bevorzugten Einsatzgebiet Werkzeugmaschine angepasst, bis hin zu einem Querschnitt von 80 × 50 mm.

58 Präzisionsschienenführung LWM, LWV



Sie werden standardmäßig mit Bohrungstyp 15, d. h. Durchgangsbohrung mit Senkung, geliefert.

Sind Montagebohrungen mit Gewinde gewünscht, stehen folgende 2 Optionen zur Auswahl:

- Bohrungstyp 13, Gewindeeinsätze werden in die Führungsschiene eingeklebt.
- Bohrungstyp 03, direkt eingearbeitete Gewinde. Lieferzeit bitte erfragen.

Für Neukonstruktionen empfiehlt sich die Verwendung von Schienenführungen der Ausführung LWRM und LWRV, da diese problemlos mit anderen Schienenführungen der Modular Range austauschbar sind.

27 Lieferbare Längen für LWM, LWV

Kurzzeichen	L										
	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWM 3015	✓	✓	✓	✓	✓	o	o	–	–	–	–
LWV 3015	✓	✓	✓	✓	✓	o	o	–	–	–	–
LWM 4020	✓	✓	✓	✓	✓	o	o	o	o	o	o
LWV 4020	✓	✓	✓	✓	✓	o	o	o	o	o	o
LWM 5025	✓	–	✓	✓	✓	✓	o	o	o	o	o
LWV 5025	✓	–	✓	✓	✓	✓	o	o	o	o	o
LWM 6035	–	–	o	o	o	o	o	o	o	o	o
LWV 6035	–	–	o	o	o	o	o	o	o	o	o
LWM 7040	–	–	o	o	o	o	o	o	o	o	o
LWV 7040	–	–	o	o	o	o	o	o	o	o	o
LWM 8050	–	–	o	o	o	o	o	o	o	o	o
LWV 8050	–	–	o	o	o	o	o	o	o	o	o

- ✓ Vorzugslänge
- o Standardlänge auf Anfrage
- auf Anfrage

Maximale Schienenlänge $L_{\max}$ siehe Produkttabellen

7.1.2 Wälzkörpereinheiten

Bei Nadelrollenkäfigen LWHW werden die Nadelrollen in einem Aluminiumkäfig gehalten, dessen Schenkel rechtwinklig zueinander stehen. Nadelrollenkäfige LWHV bestehen aus einem Kunststoffkäfig mit gehaltenen Nadelrollen. Sie sind in den Größen LWHV 10, LWHV 15 und LWHV 20 lieferbar.

7.1.3 Endstücke

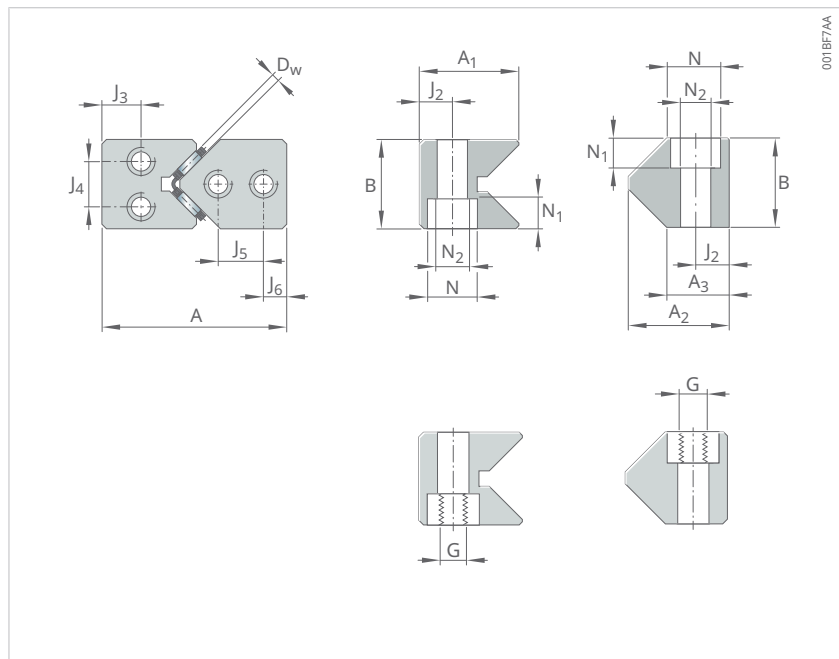
Endstücke verhindern das Herauswandern der Wälzkörpereinheit über ein Schienenende. Aufgrund des konstruktiven Aufbaus von Schienenführungen LWM und LWV und der entsprechenden Endstücke muss nur eine der beiden Schienen, entweder die M-förmige oder die V-förmige, mit Endstücken versehen werden. Endstücke der Reihe LWEAM und LWEAV sind mit einem Kunststoffabstreifer mit Dichtlippe versehen, der die Laufbahnen weitestgehend von Verschmutzung freihält. Alle Endstücke werden mit passenden Befestigungsschrauben geliefert.

7.2 Produkttabellen

7.2.1 Erläuterungen

A	mm	Einbauhöhe
A ₁	mm	Schienenhöhe
A ₂	mm	Schienenhöhe
A ₃	mm	Höhe
b	-	Biegerichtung
B	mm	Breite
C _{0 10}	N	statische Tragzahl für 10 Wälzkörper
C ₁₀	N	dynamische Tragzahl für 10 Wälzkörper
D _w	mm	Wälzkörperdurchmesser
G	-	Gewinde der Befestigungsbohrung
G ₂	-	Stirngewinde
G ₃	mm	Gewindetiefe
J	mm	Abstand Befestigungsbohrungen
J ₁	mm	Abstand Schienenende bis Mitte der ersten Befestigungsbohrung
J _{1 min}	mm	Mindestabstand Schienenende bis Mitte der ersten Befestigungsbohrung
J ₂	mm	Abstand
J ₃	mm	Abstand
J ₄	mm	Abstand
J ₅	mm	Abstand
J ₆	mm	Abstand
L	mm	Schienenlänge
L	mm	Dicke des Endstücks
L ₁	mm	Dicke des Endstücks mit Abstreifer
L _{max}	mm	max. Schienenlänge
L _w	mm	Länge des Wälzkörpers
m	kg/m	Masse
m	g/Wälzkörper	Masse der Wälzkörpereinheit
m	g	Masse
N	mm	Durchmesser der Senkung
N ₁	mm	Senktiefe
N ₂	mm	Bohrungsdurchmesser
t	mm	Wälzkörperteilung
t ₁	mm	Abstand Käfigende bis Mitte erster Wälzkörper
U	mm	Käfigbreite

7.2.2 LWM und LWV

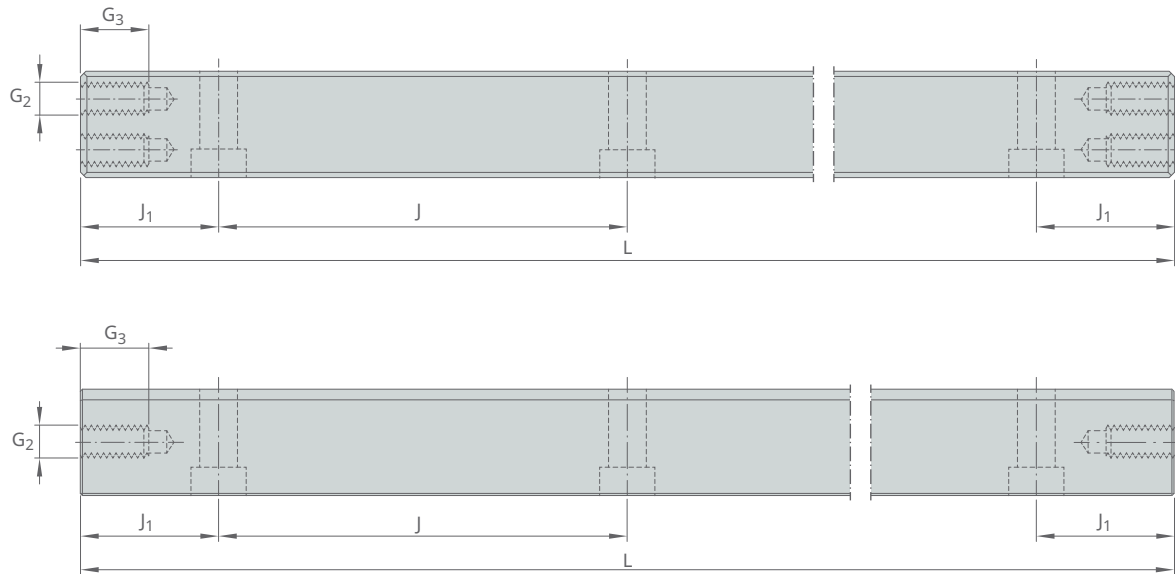


LWM, LWV (oben links), LWM mit Bohrungstyp 15 (oben mittig), LWV mit Bohrungstyp 15 (oben rechts), LWM mit Bohrungstyp 13 (unten mittig), LWV mit Bohrungstyp 13 (unten rechts)

Kurzzeichen	m	A	B	A ₁	A ₂	A ₃	D _w	J ¹⁾	J _{1 min} ²⁾
-	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWM 3015	1,40	30	15	16,0	-	-	2,0	40	15
LWV 3015	1,57	30	15	-	17,2	10,5	2,0	40	15
LWM 4020	2,75	40	20	22,3	-	-	2,0	80	20
LWV 4020	2,74	40	20	-	22,0	13,5	2,0	80	20
LWM 5025	4,39	50	25	28,0	-	-	2,0	80	20
LWV 5025	4,37	50	25	-	28,0	17,0	2,0	80	20
LWM 6035	7,23	60	35	35,0	-	-	2,5	100	25
LWV 6035	7,57	60	35	-	36,0	20,0	2,5	100	25
LWM 7040	9,30	70	40	40,0	-	-	3,0	100	25
LWV 7040	10,10	70	40	-	42,0	24,0	3,0	100	25
LWM 8050	13,40	80	50	45,0	-	-	3,5	100	25
LWV 8050	14,30	80	50	-	48,5	26,0	3,5	100	25

- ¹⁾ LWM 3015, LWV 3015:
für Schienenlänge $L < 110$ mm ist $J = 35$ mm; bei $L < 65$ mm bitte kundenspezifische Lösung anfragen
LWM 4020, LWV 4020, LWM 5025, LWV 5025:
für Schienenlänge $L < 120$ mm ist $J = 50$ mm; bei $L < 90$ mm bitte kundenspezifische Lösung anfragen
LWM 6035, LWV 6035, LWM 7040, LWV 7040, LWM 8050, LWV 8050:
für Schienenlänge $L < 150$ mm ist $J = 50$ mm; bei $L < 100$ mm bitte kundenspezifische Lösung anfragen

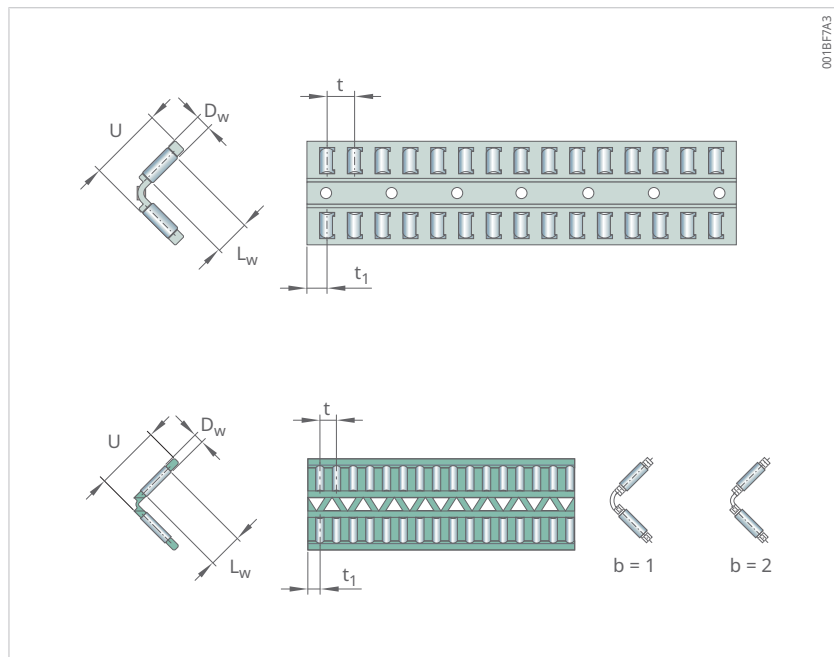
- ²⁾ Berechnung von $J_1 \rightarrow 48 | 1.10.7$



LWM (oben), LWV (unten)

J ₂	G	N	N ₁	N ₂	J ₃	J ₄	J ₅	J ₆	G ₂	G ₃	L _{max}
mm	-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm
5,5	M4	8,5	4,5	5,25	8,0	7,0	-	-	M3	6	1000
5,5	M4	8,5	4,5	5,25	-	-	7,0	5,5	M3	6	1000
7,5	M6	11,5	6,8	7,50	10,0	11,0	-	-	M5	7	1700
7,5	M6	11,5	6,8	7,50	-	-	10,5	5,5	M5	7	1700
10,0	M6	11,5	6,8	7,50	12,0	13,0	-	-	M6	8	1700
10,0	M6	11,5	6,8	7,50	-	-	13,0	7,0	M6	8	1700
11,0	M8	15,0	9,0	10,00	14,0	20,0	-	-	M6	8	1700
11,0	M8	15,0	9,0	10,00	-	-	18,0	8,0	M6	8	1700
13,0	M10	18,5	11,0	12,50	16,0	20,0	-	-	M6	8	1700
13,0	M10	18,5	11,0	12,50	-	-	20,0	10,0	M6	8	1700
14,0	M12	20,0	13,0	14,00	20,0	30,0	-	-	M6	8	1700
14,0	M12	20,0	13,0	14,00	-	-	25,0	10,0	M6	8	1700

7.2.3 Wälzkörpereinheiten



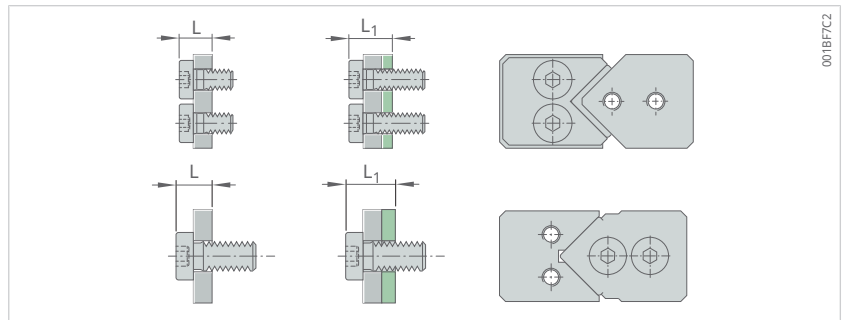
LWHW (oben), LWHV, Biegerichtung 1 und 2 (unten)

Kurzzeichen	m	D _w	L _w	U	t	t ₁	C ₁₀	C _{0 10}	Max. Käfiglänge	b ¹⁾	Schiene
-	g/m	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	mm	-	-
LWHV 10	76	2,0	4,8	10	3,75	2,7	10400	25500	2000	1	LWM 3015, LWV 3015
LWHW 10	105	2,0	4,8	10	4,00	2,7	10400	25500	2000	-	LWM 3015, LWV 3015
LWHV 15	120	2,0	7,8	15	3,75	2,7	16300	45000	2000	1, 2	LWM 4020, LWV 4020, LWM 5025, LWV 5025
LWHW 15	138	2,0	6,8	15	4,50	3,5	14600	42500	2000	-	LWM 4020, LWV 4020, LWM 5025, LWV 5025
LWHV 20	210	2,5	11,8	20	5,00	3,7	32000	88000	2000	2	LWM 6035, LWV 6035
LWHW 20	239	2,5	9,8	20	5,50	4,0	26000	76550	2000	-	LWM 6035, LWV 6035
LWHW 25	408	3,0	13,8	25	6,00	4,5	43100	129400	2000	-	LWM 7040, LWV 7040
LWHW 30	598	3,5	17,8	30	7,00	5,0	64500	195000	2000	-	LWM 8050, LWV 8050

¹⁾ Biegerichtung 1 für LWHV15 mit Schiene LWM 4020, LWV 4020

Biegerichtung 2 für LWHV15 mit Schiene LWM 5025, LWV 5025

7.2.4 Endstücke



LWEM (oben links), LWEAM (oben mittig), Vorderansicht (oben rechts),
LWEV (unten links), LWEAV (unten mittig), Vorderansicht (unten rechts)

7

Kurzzeichen ¹⁾	m	L	L ₁	Befestigungs- schraube DIN 7984	Schiene
-	g	mm	mm	-	-
LWEM 3015	0,003	4,0	-	M3	LWM 3015
LWEV 3015	0,003	4,0	-	M3	LWV 3015
LWEAM 3015	0,004	-	6,0	M3	LWM 3015
LWEAV 3015	0,004	-	6,0	M3	LWV 3015
LWEM 4020	0,01	6,5	-	M5	LWM 4020
LWEV 4020	0,011	6,5	-	M5	LWV 4020
LWEAM 4020	0,011	-	8,5	M5	LWM 4020
LWEAV 4020	0,012	-	8,5	M5	LWV 4020
LWEM 5025	0,018	7,0	-	M6	LWM 5025
LWEV 5025	0,018	7,0	-	M6	LWV 5025
LWEAM 5025	0,018	-	9,0	M6	LWM 5025
LWEAV 5025	0,019	-	9,0	M6	LWV 5025
LWEM 6035	0,027	7,0	-	M6	LWM 6035
LWEV 6035	0,028	7,0	-	M6	LWV 6035
LWEAM 6035	0,029	-	9,0	M6	LWM 6035
LWEAV 6035	0,03	-	9,0	M6	LWV 6035
LWEM 7040	0,034	7,0	-	M6	LWM 7040
LWEV 7040	0,037	7,0	-	M6	LWV 7040
LWEAM 7040	0,038	-	9,0	M6	LWM 7040
LWEAV 7040	0,04	-	9,0	M6	LWV 7040
LWEM 8050	0,054	7,0	-	M6	LWM 8050
LWEV 8050	0,051	7,0	-	M6	LWV 8050
LWEAM 8050	0,058	-	9,0	M6	LWM 8050
LWEAV 8050	0,056	-	9,0	M6	LWV 8050

¹⁾ LWEAM, LWEAV mit Abstreifern aus TPC-ET

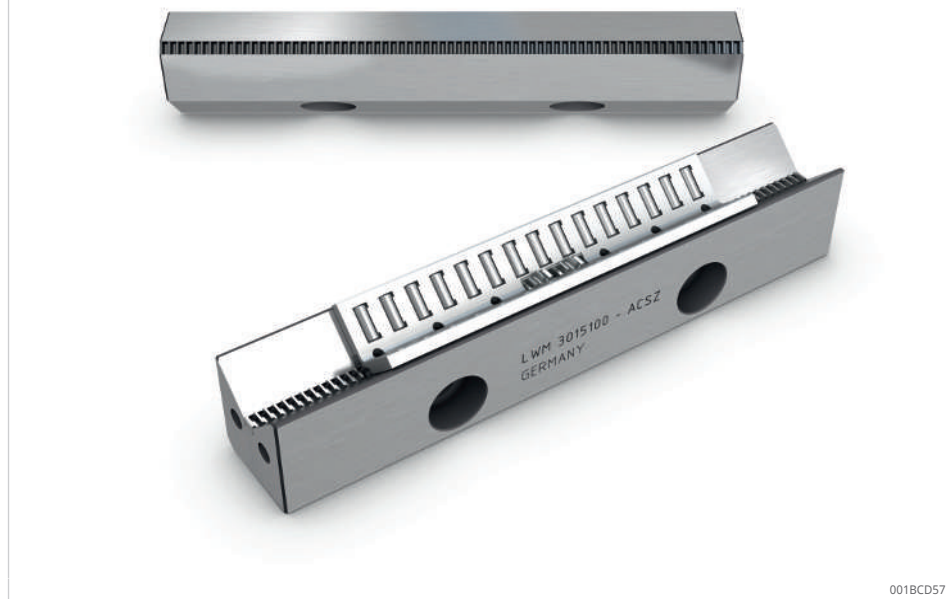
8 Präzisionsschienenführungen LWM ACSZ und LWV ACSZ

8.1 Produktausführung

8.1.1 Schienenführungen

Schienenführungen LWM ACSZ und LWV ACSZ entsprechen denen der Ausführung LWM und LWV, sind jedoch für zwangsgeführte Käfige LWHW ACSZ ausgelegt.

59 Präzisionsschienenführung LWM ACSZ, LWV ACSZ



001BCD57

Beide Führungsschienen werden daher mit einer Zahnstange aus Stahl versehen. Der Käfig ist mit einem Zwangsführungselement mit zwei Zahnrädern aus Stahl ausgestattet, die in die Verzahnungen greifen, sodass die Wälzkörpereinheit in ihrer definierten Position bleibt. Standardmäßig weisen die Schienen die Verzahnung über ihre gesamte Länge auf.

Vorteile:

- kein Käfigwandern
- Eignung für hohe Beschleunigungen, ungleiche Lastverteilung und vertikalen Einbau
- erhöhte Genauigkeit durch definierte Käfigposition
- einfache Austauschbarkeit mit Standard-Schienenführungen durch identische Außenabmessungen
- Reduzierung von Standzeiten und Wartungsaufwand

28 Lieferbare Längen für LWM ACSZ, LWV ACSZ

Kurzzeichen	L										
	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWM 3015 ACSZ	o	o	o	o	o	o	o	–	–	–	–
LWV 3015 ACSZ	o	o	o	o	o	o	o	–	–	–	–
LWM 4020 ACSZ	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
LWV 4020 ACSZ	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
LWM 5025 ACSZ	o	–	o	o	o	o	o	o	o	o	o
LWV 5025 ACSZ	o	–	o	o	o	o	o	o	o	o	o
LWM 6035 ACSZ	–	–	o	o	o	o	o	o	o	o	o
LWV 6035 ACSZ	–	–	o	o	o	o	o	o	o	o	o
LWM 7040 ACSZ	–	–	o	o	o	o	o	o	o	o	o
LWV 7040 ACSZ	–	–	o	o	o	o	o	o	o	o	o
LWM 8050 ACSZ	–	–	o	o	o	o	o	o	o	o	o
LWV 8050 ACSZ	–	–	o	o	o	o	o	o	o	o	o

- ✓ Vorzugslänge
- o Standardlänge auf Anfrage
- auf Anfrage

Maximale Schienenlänge $L_{\max}$ siehe Produkttabellen

8.1.2 Wälzkörpereinheiten

Im Prinzip entsprechen die Käfige LWHW ACSZ denen der Ausführung LWHW. Jedoch sind Nadelrollenkäfige LWHW ACSZ mit einem in der Mitte des Käfigs angebrachten Zwangsführungselement mit 2 Zahnrädern aus Stahl ausgestattet. Die Tragfähigkeit der Nadelrollenkäfige LWHW ACSZ ist identisch mit den Werten der Standardausführung LWHW. Auch die Länge des Käfigs unterscheidet sich nicht. In Nadelrollenkäfigen LWHW ACSZ werden die Rollen in einem Aluminiumkäfig gehalten.

8.1.3 Endstücke

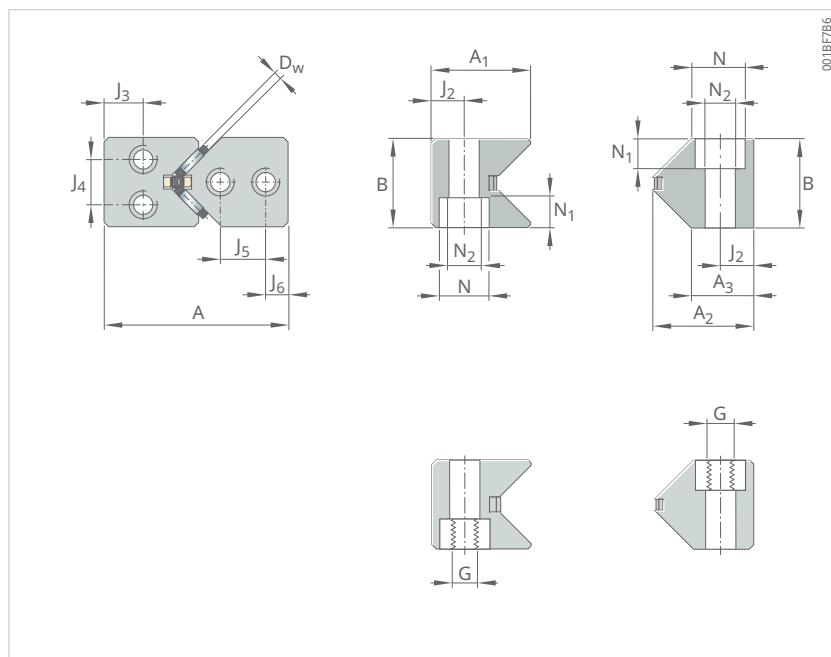
Endstücke werden für Schienenführungen LWM ACSZ und LWV ACSZ in der Regel nicht benötigt, da das ACSZ System das Käfigwandern verhindert. Aus fertigungstechnischen Gründen sind jedoch standardmäßig Gewindebohrungen an der Stirnseite der Schiene angebracht und das Anbringen von Endstücken ist möglich. Hierfür eignen sich die meisten Endstücke, die auch für Schienenführungen LWM und LWV verwendet werden können, mit Ausnahme der Ausführung LWEAV. Werden keine Gewindebohrungen an der Schienenstirnseite gewünscht, so ist dies bei der Bestellung mit dem Nachsetzzeichen E1 anzugeben.

8.2 Produkttabellen

8.2.1 Erläuterungen

A	mm	Einbauhöhe
A ₁	mm	Schienenhöhe
A ₂	mm	Schienenhöhe
A ₃	mm	Höhe
B	mm	Breite
C _{0 10}	N	statische Tragzahl für 10 Wälzkörper
C ₁₀	N	dynamische Tragzahl für 10 Wälzkörper
D _w	mm	Wälzkörperdurchmesser
G	-	Gewinde der Befestigungsbohrung
G ₂	-	Stirngewinde
G ₃	mm	Gewindetiefe
J	mm	Abstand Befestigungsbohrungen
J ₁	mm	Abstand Schienenende bis Mitte der ersten Befestigungsbohrung
J _{1 min}	mm	Mindestabstand Schienenende bis Mitte der ersten Befestigungsbohrung
J ₂	mm	Abstand
J ₃	mm	Abstand
J ₄	mm	Abstand
J ₅	mm	Abstand
J ₆	mm	Abstand
L	mm	Schienenlänge
L	mm	Dicke des Endstücks
L ₁	mm	Dicke des Endstücks mit Abstreifer
L _{max}	mm	max. Schienenlänge
L _w	mm	Länge des Wälzkörpers
m	kg/m	Masse
m	g/m	Masse der Wälzkörpereinheit
m	g	Masse
N	mm	Durchmesser der Senkung
N ₁	mm	Senktiefe
N ₂	mm	Bohrungsdurchmesser
t	mm	Wälzkörperteilung
t ₁	mm	Abstand Käfigende bis Mitte erster Wälzkörper
t ₄	mm	ACS-Reserve
U	mm	Käfigbreite

8.2.2 LWM ACSZ und LWV ACSZ

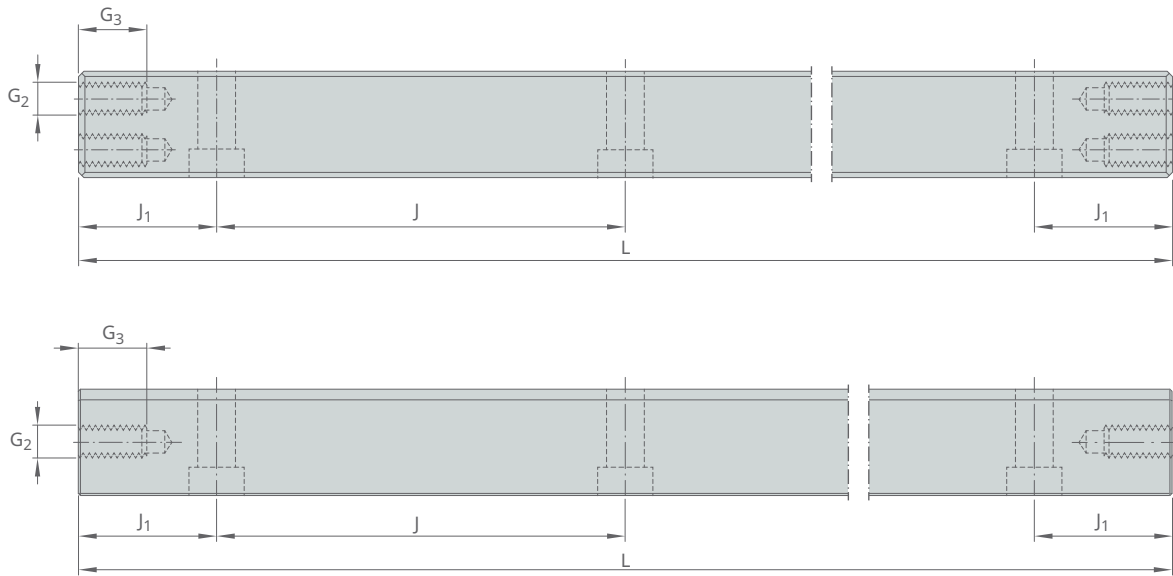


LWM ACSZ, LWV ACSZ (oben links), LWM ACSZ mit Bohrungstyp 15 (oben mittig), LWV ACSZ mit Bohrungstyp 15 (oben rechts), LWM ACSZ mit Bohrungstyp 13 (unten mittig), LWV ACSZ mit Bohrungstyp 13 (unten rechts)

Kurzzeichen	m	A	B	A ₁	A ₂	A ₃	D _w	J ¹⁾	J _{1 min} ²⁾
-	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWM 3015 ACSZ	1,4	30,0	15,0	16,0	-	-	2,0	40	15,0
LWV 3015 ACSZ	1,6	30,0	15,0	-	17,2	10,5	2,0	40	15,0
LWM 4020 ACSZ	2,8	40,0	20,0	22,3	-	-	2,0	80	20,0
LWV 4020 ACSZ	2,8	40,0	20,0	-	22,0	13,5	2,0	80	20,0
LWM 5025 ACSZ	4,5	50,0	25,0	28,0	-	-	2,0	80	20,0
LWV 5025 ACSZ	4,4	50,0	25,0	-	28,0	17,0	2,0	80	20,0
LWM 6035 ACSZ	7,3	60,0	35,0	35,0	-	-	2,5	100	25,0
LWV 6035 ACSZ	7,6	60,0	35,0	-	36,0	20,0	2,5	100	25,0
LWM 7040 ACSZ	9,4	70,0	40,0	40,0	-	-	3,0	100	25,0
LWV 7040 ACSZ	10,2	70,0	40,0	-	42,0	24,0	3,0	100	25,0
LWM 8050 ACSZ	13,5	80,0	50,0	45,0	-	-	3,5	100	25,0
LWV 8050 ACSZ	14,4	80,0	50,0	-	48,5	26,0	3,5	100	25,0

- ¹⁾ LWM 3015 ACSZ, LWV 3015 ACSZ:
für Schienenlänge L < 110 mm ist J = 35 mm; bei L < 65 mm bitte kundenspezifische Lösung anfragen
LWM 4020 ACSZ, LWV 4020 ACSZ, LWM 5025 ACSZ, LWV 5025 ACSZ:
für Schienenlänge L < 120 mm ist J = 50 mm; bei L < 90 mm bitte kundenspezifische Lösung anfragen
LWM 6035 ACSZ, LWV 6035 ACSZ, LWM 7040 ACSZ, LWV 7040 ACSZ, LWM 8050 ACSZ, LWV 8050 ACSZ:
für Schienenlänge L < 150 mm ist J = 50 mm; bei L < 100 mm bitte kundenspezifische Lösung anfragen

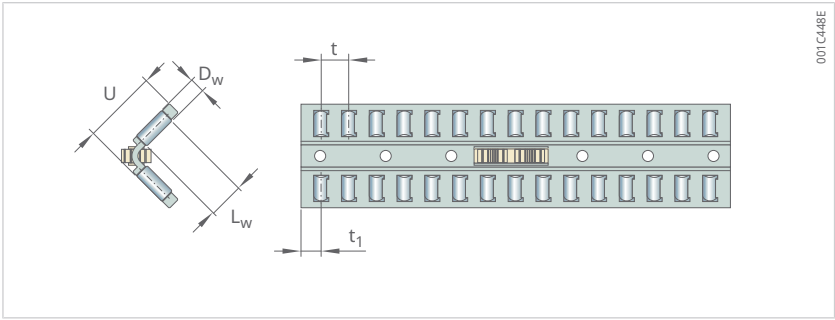
- ²⁾ Berechnung von J₁ ➤ 48 | 1.10.7



LWM ACSZ (oben), LWV ACSZ (unten)

J ₂	G	N	N ₁	N ₂	J ₃	J ₄	J ₅	J ₆	G ₂	G ₃	L _{max}
mm	-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm
5,5	M4	8,5	4,5	5,25	8,0	7,0	-	-	M3	6	1000
5,5	M4	8,5	4,5	5,25	-	-	7,0	5,5	M3	6	1000
7,5	M6	11,5	6,8	7,50	10,0	11,0	-	-	M5	7	1700
7,5	M6	11,5	6,8	7,50	-	-	10,5	5,5	M5	7	1700
10,0	M6	11,5	6,8	7,50	12,0	13,0	-	-	M6	8	1700
10,0	M6	11,5	6,8	7,50	-	-	13,0	7,0	M6	8	1700
11,0	M8	15,0	9,0	10,00	14,0	20,0	-	-	M6	8	1700
11,0	M8	15,0	9,0	10,00	-	-	18,0	8,0	M6	8	1700
13,0	M10	18,5	11,0	12,50	16,0	20,0	-	-	M6	8	1700
13,0	M10	18,5	11,0	12,50	-	-	20,0	10,0	M6	8	1700
14,0	M12	20,0	13,0	14,00	20,0	30,0	-	-	M6	8	1700
14,0	M12	20,0	13,0	14,00	-	-	25,0	10,0	M6	8	1700

8.2.3 Wälzkörpereinheiten

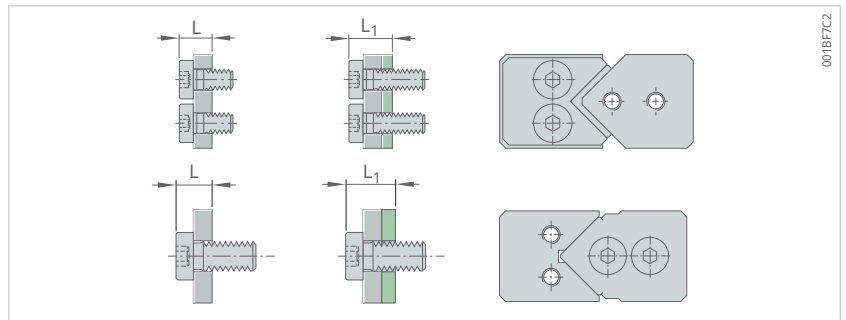


LWHW ACSZ

8

Kurzzeichen	m	D _w	L _w	U	t	t ₁	t ₄	C ₁₀	C _{0 10}	Max. Käfiglänge	Schiene
-	g/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	mm	-
LWHW 10 ACSZ	106	2,0	4,8	10	4,0	2,7	0,7	10400	25500	2000	LWM 3015 ACSZ, LWV 3015 ACSZ
LWHW 15 ACSZ	139	2,0	6,8	15	4,5	3,5	0,8	14600	42500	2000	LWM 4020 ACSZ, LWV 4020 ACSZ, LWM 5025 ACSZ, LWV 5025 ACSZ
LWHW 20 ACSZ	240	2,5	9,8	20	5,5	4,0	0,8	26000	76550	2000	LWM 6035 ACSZ, LWV 6035 ACSZ
LWHW 25 ACSZ	412	3,0	13,8	25	6,0	4,5	1,1	43100	129400	2000	LWM 7040 ACSZ, LWV 7040 ACSZ
LWHW 30 ACSZ	602	3,5	17,8	30	7,0	5,0	1,1	64500	195000	2000	LWM 8050 ACSZ, LWV 8050 ACSZ

8.2.4 Endstücke



LWEM (oben links), LWVAM (oben mittig), Vorderansicht (oben rechts),
LWV (unten links), LWVAV (unten mittig), Vorderansicht (unten rechts)

Kurzzeichen ¹⁾	m	L	L ₁	Befestigungs- schraube DIN 7984	Schiene
-	g	mm	mm	-	-
LWEM 3015	0,003	4,0	-	M3	LWM 3015 ACSZ
LWV 3015	0,003	4,0	-	M3	LWV 3015 ACSZ
LWVAM 3015	0,004	-	6,0	M3	LWM 3015 ACSZ
LWEM 4020	0,01	6,5	-	M5	LWM 4020 ACSZ
LWV 4020	0,011	6,5	-	M5	LWV 4020 ACSZ
LWVAM 4020	0,011	-	8,5	M5	LWM 4020 ACSZ
LWEM 5025	0,018	7,0	-	M6	LWM 5025 ACSZ
LWV 5025	0,018	7,0	-	M6	LWV 5025 ACSZ
LWVAM 5025	0,018	-	9,0	M6	LWM 5025 ACSZ
LWEM 6035	0,027	7,0	-	M6	LWM 6035 ACSZ
LWV 6035	0,028	7,0	-	M6	LWV 6035 ACSZ
LWVAM 6035	0,029	-	9,0	M6	LWM 6035 ACSZ
LWEM 7040	0,034	7,0	-	M6	LWM 7040 ACSZ
LWV 7040	0,037	7,0	-	M6	LWV 7040 ACSZ
LWVAM 7040	0,038	-	9,0	M6	LWM 7040 ACSZ
LWEM 8050	0,054	7,0	-	M6	LWM 8050 ACSZ
LWV 8050	0,051	7,0	-	M6	LWV 8050 ACSZ
LWVAM 8050	0,058	-	9,0	M6	LWM 8050 ACSZ

¹⁾ LWVAM mit Abstreifern aus TPC-ET

9 Präzisionsschienenführungen LWRPM und LWRPV

9.1 Produktausführung

9.1.1 Schienenführungen

Schienenführungen LWRPM und LWRPV sind Linearführungen für begrenzte Verfahrwege, die mit einem Turcite-B-Gleitbelag ausgestattet sind. Dieser PTFE-basierte Werkstoff ist selbstschmierend und bietet hervorragende Gleiteigenschaften.

60 Präzisionsschienenführungen LWRPM, LWRPV



001BCDA0

Der Gleitbelag wird im Klebeverfahren auf die nicht gehärtete Führungsschiene LWRPM aufgebracht und anschließend auf Maß geschliffen. Eine separate Bestellung des Gleitbelags ist nicht erforderlich. Die Führungsschiene LWRPV ist gehärtet und geschliffen. Die angegebene Tragfähigkeit des Gleitbelags beruht auf einer Flächenpressung von ca. 1 N/mm². Kurzzeitig ist eine max. Belastung von 6 N/mm² zulässig. Um Beschädigungen der Gleitfläche der Führungsschiene LWRPM zu vermeiden, verfügt die Schiene LWRPV standardmäßig über einen Einlaufradius. Die Schienenführungen werden ausschließlich in der Genauigkeitsklasse P10 angeboten. Schienenführungen LWRPM und LWRPV sollten dort eingesetzt werden, wo Schienenführungen mit Wälzkörpereinheiten aufgrund äußerer Bedingungen wie extremer Kurzhubbetrieb, hohe Stoßbeanspruchungen oder Staubbelastung, nicht verwendet werden können. Die Einbaumaße und Anschlussmaße der Schienenführungen LWRPM und LWRPV stimmen mit allen aufgeführten Schienenführungen der Modular Range überein.

Vorteile:

- stick-slip-freier Lauf
- Leichtgängigkeit
- gute Notlaufeigenschaften
- geringer Verschleiß und hohe Zuverlässigkeit
- Unempfindlichkeit gegen Schmutz
- sehr gute Schwingungsdämpfung

29 Lieferbare Längen für LWRPM, LWRPV

Kurz- zeichen	L																					
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	800	900	1000
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWRPM 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LWRPV 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LWRPM 6	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	o	o	o	o	o	o	o	o	-	-	-
LWRPV 6	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	o	✓	o	o	o	o	o	o	-	-	-
LWRPM 9	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	o	-	o	o	o	o
LWRPV 9	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	o	-	o	-	o	o	o	o

- ✓ Vorzugslänge
o Standardlänge auf Anfrage
- auf Anfrage

Maximale Schienenlänge $L_{\max}$ siehe Produkttabellen

9

9.1.2 Endstücke

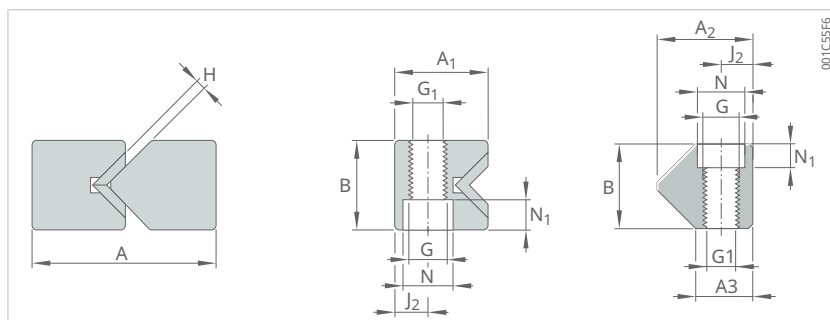
Endstücke werden für Schienenführungen LWRPM und LWRPV in der Regel nicht benötigt. Daher sind auch keine Gewindebohrungen an der Stirnseite der Schiene erforderlich. Aus fertigungstechnischen Gründen werden Schienen LWRPV jedoch in bestimmten Fällen mit Gewindebohrungen ausgeliefert.

9.2 Produkttabellen

9.2.1 Erläuterungen

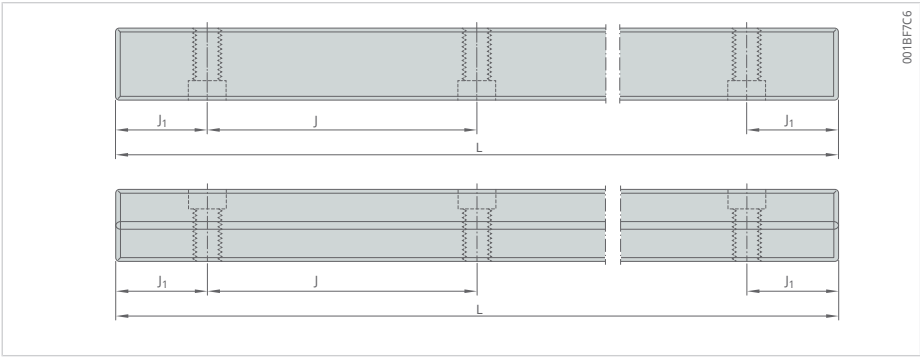
A	mm	Einbauhöhe
A ₁	mm	Schienenhöhe
A ₂	mm	Schienenhöhe
A ₃	mm	Höhe
B	mm	Breite
C	N/100 mm	Tragfähigkeit
G	-	Gewinde der Befestigungsbohrung
G ₁	mm	Durchmesser der Befestigungsbohrung
H	mm	Dicke des Gleitbelags
J	mm	Abstand Befestigungsbohrungen
J ₁	mm	Abstand Schienenende bis Mitte der ersten Befestigungsbohrung
J _{1 min}	mm	Mindestabstand Schienenende bis Mitte der ersten Befestigungsbohrung
J ₂	mm	Abstand
L	mm	Schienenlänge
L _{max}	mm	max. Schienenlänge
m	kg/m	Masse
N	mm	Durchmesser der Senkung
N ₁	mm	Senktiefe

9.2.2 LWRPM und LWRPV



LWRPM, LWRPV

Kurzzeichen	m	A	B	A ₁	A ₂	A ₃	J	J ₁
-	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
LWRPM 3	0,49	18,0	8,0	9,5	-	-	25	12,5
LWRPV 3	0,48	18,0	8,0	-	9,6	6,45	25	12,5
LWRPM 6	1,60	31,0	15,0	16,6	-	-	50	25,0
LWRPV 6	1,61	31,0	15,0	-	17,8	10,80	50	25,0
LWRPM 9	3,35	44,0	22,0	23,1	-	-	100	50,0
LWRPV 9	3,71	44,0	22	-	26,9	16,60	100	50,0



LWRPM (oben), LWRPV (unten)

J1 min	J2	G	G1	N	N1	H	C	Lmax
mm	mm	-	mm	mm	mm	mm	N/100 mm	mm
12,5	3,5	M4	3,3	6,0	3,2	0,7	300	400
12,5	3,5	M4	3,3	6,0	3,2	-	-	400
20,0	6,0	M6	5,2	9,5	5,2	1,7	700	1200
20,0	6,0	M6	5,2	9,5	5,2	-	-	1200
20,0	9,0	M8	6,8	10,5	6,2	1,7	1200	1700
20,0	9,0	M8	6,8	10,5	6,2	-	-	1700

10 Präzisionsschienenschlitten GCL und GCLA

10.1 Produktausführung

Schlitten GCL und GCLA sind vormontierte Einheiten mit Präzisionsschienen, deren Grundkörper aus Stahl oder Aluminium bestehen. Sie wurden konzipiert für Anwendungen, die höchste Genauigkeit und Steifigkeit erfordern.

61 GCL, GCLA



001C44B9

Eigenschaften:

- Werkstoff Aluminium für Oberteil und Unterteil der Schlitten GCLA
- Werkstoff brüniertes Stahl (bis Größe 3) bzw. Stahlguss (ab Größe 6) für Oberteil und Unterteil der Schlitten GCL
- genormte Montagebohrungen für komfortablen Einbau
- hohe Laufgenauigkeit durch geschliffene Montageflächen
- Bezugskante parallel zur Schlittenachse (gegenüber den Stellschrauben zum Einstellen der Vorspannung)
- in 2 Hublängen lieferbar:
 - Bestellbezeichnung bei S1 (Standard-Hublänge): z. B. GCL 2060
 - Bestellbezeichnung bei S2 (verlängerter Hub): z. B. GCL 2060/L
- Hubbegrenzung über innen angebrachte Anschlagsschrauben
- Schienenführungen mit sehr geringer Reibung
- Nachschmierung identisch mit Präzisionsschienenführungen

30 Produktdaten

Präzisionsschienenführungen	LWRB 2 mit LWJK 2, bei GCL 2 und GCLA 2 LWR 3 mit LWAK 3, bei GCL 3 und GCLA 3 LWR 6 mit LWAL 6, bei GCL 6 und GCLA 6 LWR 9 mit LWAL 9, bei GCL 9 und GCLA 9 optional mit Zwangsführung ACS oder ACSM
Betriebstemperatur	-30 bis +80 °C
Maximale Verfahrgeschwindigkeit	2 m/s
Maximale Beschleunigung	25 m/s ²
Reibwert	0,003 bis 0,005 (bei normaler, leichter Schmierung)
Vorspannung	werkseitig mit Standardvorspannung
Genauigkeitsklasse	P10
Schmierung	bei Montage leicht gefettet
Optional	kundenspezifische Lösungen möglich

31 Genauigkeit

Schlitten	Hublänge mm	25	50	100	200	300
		µm	µm	µm	µm	µm
GCL	Geradheit Höhe T _z	2	2	3	3	4
	Geradheit Seite T _y	2	2	2	3	3
GCLA	Geradheit Höhe T _z	4	4	6	7	8
	Geradheit Seite T _y	4	4	5	6	7

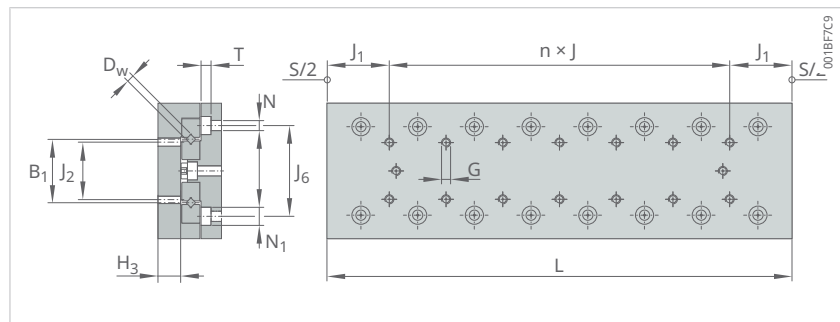
10

10.2 Produkttabellen

10.2.1 Erläuterungen

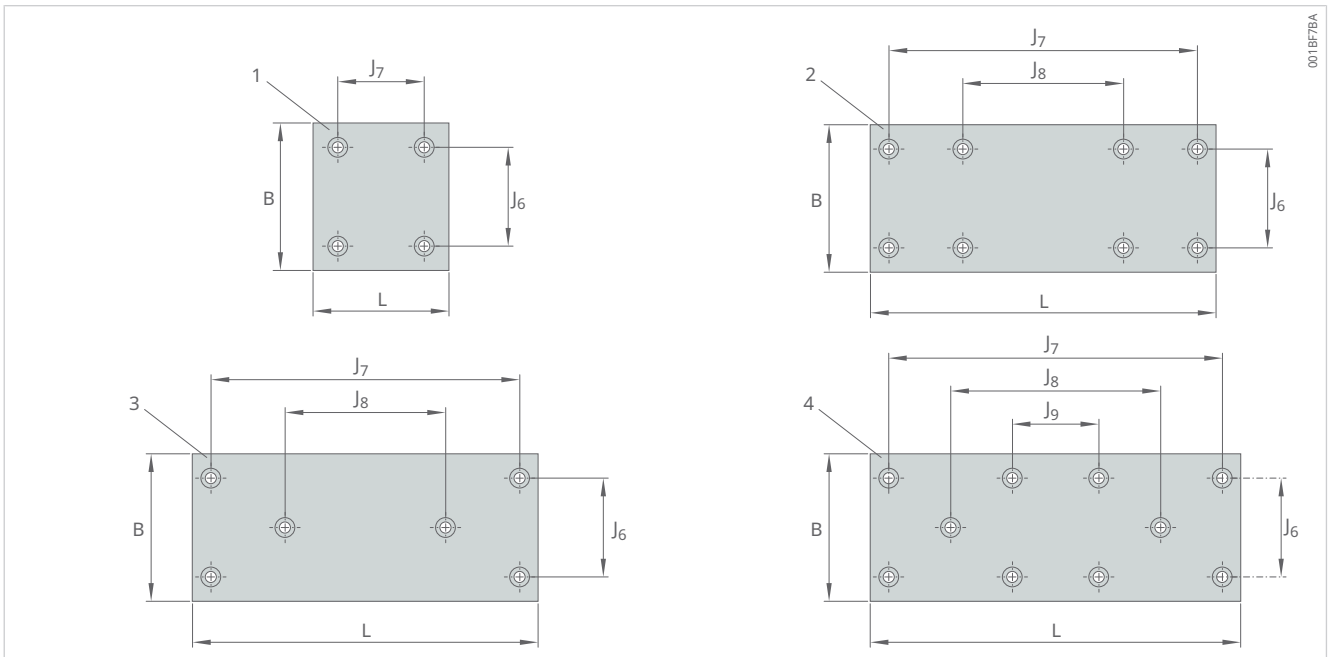
B	mm	Einbaubreite
B ₁	mm	mittlerer Abstand zwischen den Wälzkörpereinheiten
C _{0, eff slide}	N	effektive statische Tragzahl des Schlittens
C _{eff slide}	N	effektive dynamische Tragzahl des Schlittens
D _w	mm	Wälzkörperdurchmesser
G	–	Gewinde
H	mm	Einbauhöhe
H ₁	mm	Höhe
H ₂	mm	Höhe
H ₃	mm	Höhe
J ₁	mm	Abstand
J ₂	mm	Abstand
J ₆	mm	Abstand
J ₇	mm	Abstand
J ₈	mm	Abstand
J ₉	mm	Abstand
L	mm	Länge
m	kg	Masse
N	mm	Bohrungsdurchmesser
n×J	mm	Anzahl × Gewindeabstand
N ₁	mm	Durchmesser der Senkung
S ₁	mm	Hub
S ₂	mm	verlängerter Hub
T	mm	Abmessung

10.2.2 GCL



GCL

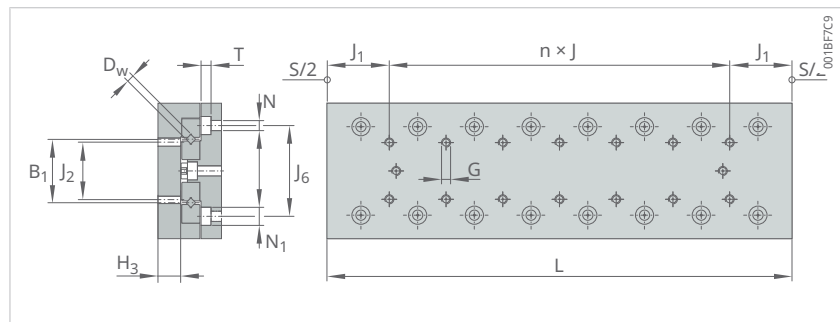
Kurzzeichen	m	B -0,2 -0,4	H ±0,1	L	S ₁	S ₂	B ₁	D _w	G	H ₁	H ₂	H ₃	nxj
-	kg	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm	mm	mm
GCL 2030	0,18	40	21	35	18	-	18	2	M3	6,5	14,0	7,5	-
GCL 2045	0,26	40	21	50	30	-	18	2	M3	6,5	14,0	7,5	1 × 15
GCL 2060	0,34	40	21	65	40	46	18	2	M3	6,5	14,0	7,5	2 × 15
GCL 2075	0,42	40	21	80	50	60	18	2	M3	6,5	14,0	7,5	3 × 15
GCL 2090	0,50	40	21	95	60	75	18	2	M3	6,5	14,0	7,5	4 × 15
GCL 2105	0,58	40	21	110	70	90	18	2	M3	6,5	14,0	7,5	5 × 15
GCL 2120	0,68	40	21	125	80	105	18	2	M3	6,5	14,0	7,5	6 × 15
GCL 3050	0,57	60	28	55	30	-	28	3	M4	9,0	18,5	10	-
GCL 3075	0,80	60	28	80	45	55	28	3	M4	9,0	18,5	10	1 × 25
GCL 3100	1,00	60	28	105	60	80	28	3	M4	9,0	18,5	10	2 × 25
GCL 3125	1,30	60	28	130	75	105	28	3	M4	9,0	18,5	10	3 × 25
GCL 3150	1,50	60	28	155	90	130	28	3	M4	9,0	18,5	10	4 × 25
GCL 3175	1,70	60	28	180	105	155	28	3	M4	9,0	18,5	10	5 × 25
GCL 3200	2,00	60	28	205	130	180	28	3	M4	9,0	18,5	10	6 × 25
GCL 6100	3,10	100	45	110	60	70	45	6	M6	13,0	31,0	15,5	-
GCL 6150	4,50	100	45	160	95	120	45	6	M6	13,0	31,0	15,5	1 × 50
GCL 6200	5,90	100	45	210	130	170	45	6	M6	13,0	31,0	15,5	2 × 50
GCL 6250	7,20	100	45	260	165	220	45	6	M6	13,0	31,0	15,5	3 × 50
GCL 6300	8,60	100	45	310	200	270	45	6	M6	13,0	31,0	15,5	4 × 50
GCL 6400	11,40	100	45	410	280	370	45	6	M6	13,0	31,0	15,5	6 × 50
GCL 9200	11,80	145	60	210	130	-	72	9	M8	16,0	43,0	20,5	-
GCL 9300	17,30	145	60	310	180	-	72	9	M8	16,0	43,0	20,5	1 × 100
GCL 9400	22,80	145	60	410	350	-	72	9	M8	16,0	43,0	20,5	2 × 100
GCL 9500	28,30	145	60	510	450	-	72	9	M8	16,0	43,0	20,5	3 × 100



Bohrbilder GCL

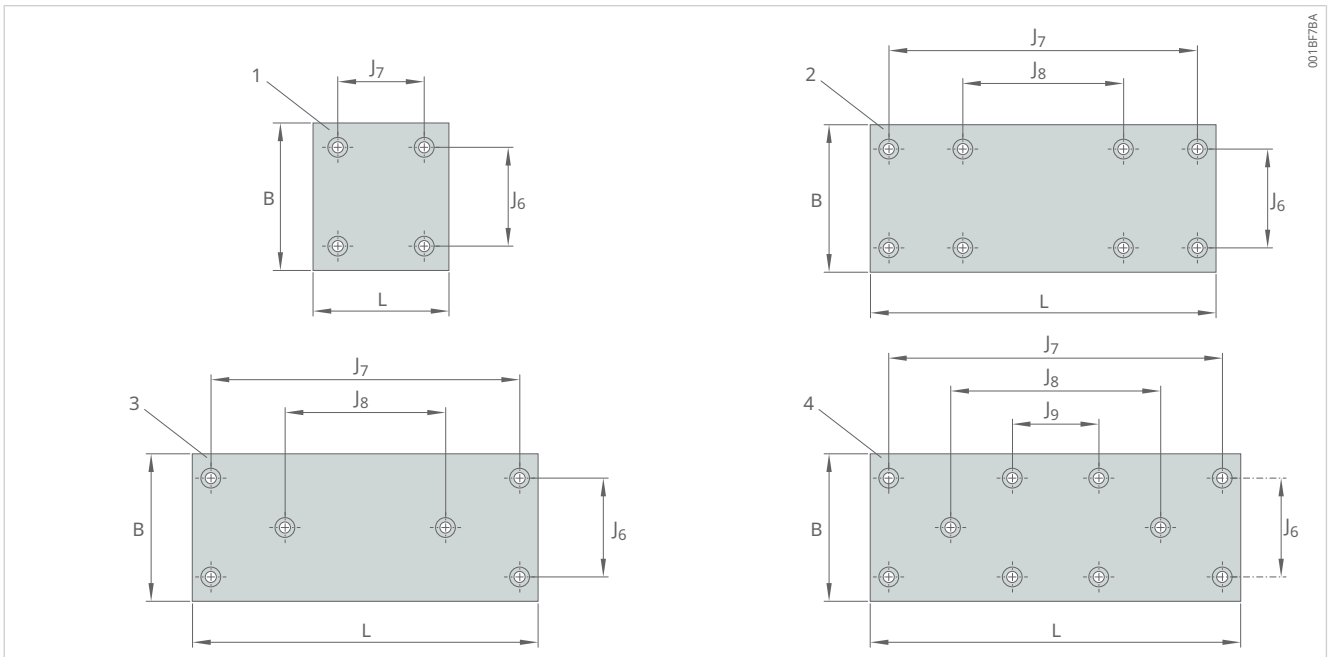
J ₁	J ₂	J ₆	J ₇	J ₈	J ₉	N	N ₁	T	C _{eff slide}		C _{0 eff slide}		Pos.
									bei S ₁	bei S ₂	bei S ₁	bei S ₂	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	–
17,5	15	30	25	–	–	3,4	6,0	3,4	394	–	360	–	1
17,5	15	30	40	–	–	3,4	6,0	3,4	499	–	504	–	1
17,5	15	30	55	–	–	3,4	6,0	3,4	640	594	720	648	1
17,5	15	30	70	40	–	3,4	6,0	3,4	769	684	936	792	2
17,5	15	30	85	55	–	3,4	6,0	3,4	850	769	1080	936	2
17,5	15	30	100	70	–	3,4	6,0	3,4	966	850	1296	1080	2
17,5	15	30	115	85	–	3,4	6,0	3,4	1040	928	1440	1224	2
27,5	25	40	35	–	–	4,5	8,0	4,6	886	–	960	–	1
27,5	25	40	60	–	–	4,5	8,0	4,6	1320	1216	1600	1440	1
27,5	25	40	85	–	–	4,5	8,0	4,6	1620	1422	2080	1760	1
27,5	25	40	110	–	–	4,5	8,0	4,6	1997	1716	2720	2240	1
27,5	25	40	135	85	–	4,5	8,0	4,6	2267	1905	3200	2560	3
27,5	25	40	160	110	–	4,5	8,0	4,6	2613	2178	3840	3040	3
27,5	25	40	185	135	85	4,5	8,0	4,6	2781	2355	4160	3360	4
55,0	50	60	90	–	–	6,6	11,0	6,8	4429	3927	4760	4080	1
55,0	50	60	140	–	–	6,6	11,0	6,8	6301	5388	7480	6120	1
55,0	50	60	190	90	–	6,6	11,0	6,8	7606	6744	9520	8160	3
55,0	50	60	240	140	–	6,6	11,0	6,8	9253	8026	12240	10200	3
55,0	50	60	290	190	–	6,6	11,0	6,8	10435	9253	14280	12240	3
55,0	50	60	390	290	–	6,6	11,0	6,8	13060	11202	19040	15640	3
105,0	80	90	100	–	–	9,0	15,0	9,0	15659	–	16470	–	1
105,0	80	90	200	–	–	9,0	15,0	9,0	22102	–	25620	–	1
105,0	80	90	300	100	–	9,0	15,0	9,0	23324	–	27450	–	3
105,0	80	90	400	200	–	9,0	15,0	9,0	28046	–	34770	–	3

10.2.3 GCLA



GCLA

Kurzzeichen	m	B -0,2 -0,4	H ±0,1	L	S ₁	S ₂	B ₁	D _w	G	H ₁	H ₂	H ₃	nxj
-	kg	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm	mm	mm
GCLA 2030	0,11	40	21	35	18	-	18	2	M3	6,5	14,0	7,5	-
GCLA 2045	0,15	40	21	50	30	-	18	2	M3	6,5	14,0	7,5	1 × 15
GCLA 2060	0,19	40	21	65	40	46	18	2	M3	6,5	14,0	7,5	2 × 15
GCLA 2075	0,23	40	21	80	50	60	18	2	M3	6,5	14,0	7,5	3 × 15
GCLA 2090	0,27	40	21	95	60	75	18	2	M3	6,5	14,0	7,5	4 × 15
GCLA 2105	0,31	40	21	110	70	90	18	2	M3	6,5	14,0	7,5	5 × 15
GCLA 2120	0,35	40	21	125	80	105	18	2	M3	6,5	14,0	7,5	6 × 15
GCLA 3050	0,29	60	25	55	30	-	28	3	M4	8,0	16,5	8	-
GCLA 3075	0,42	60	25	80	45	55	28	3	M4	8,0	16,5	8	1 × 25
GCLA 3100	0,55	60	25	105	60	80	28	3	M4	8,0	16,5	8	2 × 25
GCLA 3125	0,68	60	25	130	75	105	28	3	M4	8,0	16,5	8	3 × 25
GCLA 3150	0,81	60	25	155	90	130	28	3	M4	8,0	16,5	8	4 × 25
GCLA 3175	0,94	60	25	180	105	155	28	3	M4	8,0	16,5	8	5 × 25
GCLA 3200	1,10	60	25	205	130	180	28	3	M4	8,0	16,5	8	6 × 25
GCLA 6100	1,50	100	40	110	60	70	45	6	M6	11,5	28,0	12,5	-
GCLA 6150	2,30	100	40	160	95	120	45	6	M6	11,5	28,0	12,5	1 × 50
GCLA 6200	3,00	100	40	210	130	170	45	6	M6	11,5	28,0	12,5	2 × 50
GCLA 6250	3,80	100	40	260	165	220	45	6	M6	11,5	28,0	12,5	3 × 50
GCLA 6300	4,50	100	40	310	200	270	45	6	M6	11,5	28,0	12,5	4 × 50
GCLA 6400	6,00	100	40	410	280	370	45	6	M6	11,5	28,0	12,5	6 × 50
GCLA 9200	5,90	145	50	210	130	-	72	9	M8	14,0	35,0	12,5	-
GCLA 9300	8,70	145	50	310	180	-	72	9	M8	14,0	35,0	12,5	1 × 100
GCLA 9400	11,40	145	50	410	350	-	72	9	M8	14,0	35,0	12,5	2 × 100
GCLA 9500	14,20	145	50	510	450	-	72	9	M8	14,0	35,0	12,5	3 × 100



Bohrbilder GCLA

J ₁	J ₂	J ₆	J ₇	J ₈	J ₉	N	N ₁	T	C _{eff slide}		C _{0 eff slide}		Pos.
									bei S ₁	bei S ₂	bei S ₁	bei S ₂	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	–
17,5	15	30	25	–	–	3,4	6,0	3,4	394	–	360	–	1
17,5	15	30	40	–	–	3,4	6,0	3,4	499	–	504	–	1
17,5	15	30	55	–	–	3,4	6,0	3,4	640	594	720	648	1
17,5	15	30	70	40	–	3,4	6,0	3,4	769	684	936	792	2
17,5	15	30	85	55	–	3,4	6,0	3,4	850	769	1080	936	2
17,5	15	30	100	70	–	3,4	6,0	3,4	966	850	1296	1080	2
17,5	15	30	115	85	–	3,4	6,0	3,4	1040	928	1440	1224	2
27,5	25	40	35	–	–	4,5	8,0	4,6	886	–	960	–	1
27,5	25	40	60	–	–	4,5	8,0	4,6	1320	1216	1600	1440	1
27,5	25	40	85	–	–	4,5	8,0	4,6	1620	1422	2080	1760	1
27,5	25	40	110	–	–	4,5	8,0	4,6	1997	1716	2720	2240	1
27,5	25	40	135	85	–	4,5	8,0	4,6	2267	1905	3200	2560	3
27,5	25	40	160	110	–	4,5	8,0	4,6	2613	2178	3840	3040	3
27,5	25	40	185	135	85	4,5	8,0	4,6	2781	2355	4160	3360	4
55,0	50	60	90	–	–	6,6	11,0	6,8	4429	3927	4760	4080	1
55,0	50	60	140	–	–	6,6	11,0	6,8	6301	5388	7480	6120	1
55,0	50	60	190	90	–	6,6	11,0	6,8	7606	6744	9520	8160	3
55,0	50	60	240	140	–	6,6	11,0	6,8	9253	8026	12240	10200	3
55,0	50	60	290	190	–	6,6	11,0	6,8	10435	9253	14280	12240	3
55,0	50	60	390	290	–	6,6	11,0	6,8	13060	11202	19040	15640	3
105,0	80	90	100	–	–	9,0	15,0	9,0	15659	–	16470	–	1
105,0	80	90	200	–	–	9,0	15,0	9,0	22102	–	25620	–	1
105,0	80	90	300	100	–	9,0	15,0	9,0	23324	–	27450	–	3
105,0	80	90	400	200	–	9,0	15,0	9,0	28046	–	34770	–	3

11 Aufbau der Bestellbezeichnung

62 Bestellschlüssel für Präzisionsschienenführungen

LW RE 9 0300 ACS 50 / P5 / - / - / - / - / J1 = 25

Type

RB, R, RE, RM, RV, M, V, RPM, RPV

Baugröße

z. B. 6, 9, 6035
abhängig vom Schienentyp

Länge in mm

3-stellig für Größen 1, 2, 3, 4, 6, 2211, 3015
4-stellig für Größen 9, 4020 ... 8050

Anti-Creeping-System

- ohne ACS
- ACS für LWRE
- ACSM für LWRB und LWRE
- ACSZ für LWM und LWV

Hublänge Anti-Creeping-System

- Standard
- Wert in mm (nur ACS, ACSZ), immer symmetrisch

Genauigkeitsklasse

- Standard (P10)
- P5
- P2

Einlaufradius

- ohne Einlaufradius
- EG Einlaufradius an beiden Schienenenden

Werkstoff / Beschichtung

- Standard
- HV Schienen aus korrosionsbeständigem Stahl
- HD Dünnschichtverchromung

Stirnbohrungen

- Standard, wie in Produkttabellen angegeben
- E1 ohne Stirnbohrungen (Standard für ACSM, LWRPM und LWRPV)
- E7 mit Stirnbohrungen (für ACSM, LWRPM und LWRPV)

Optionen für Befestigungsbohrungen (auf Anfrage)

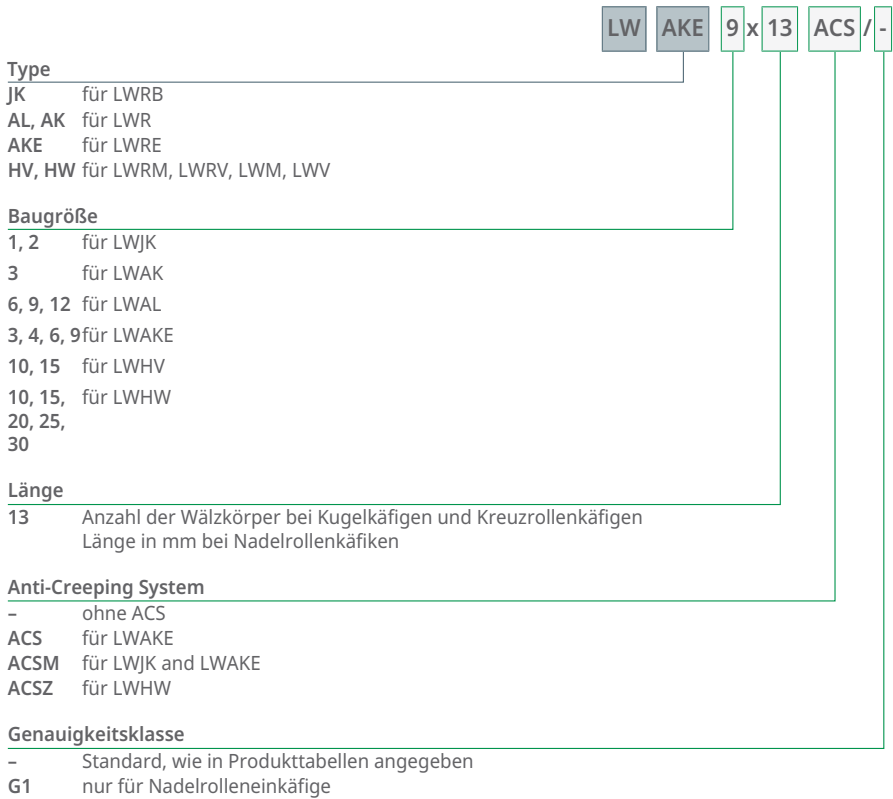
- Standard, wie in Produkttabellen angegeben
- 03 Gewindebohrung,
- 10 Durchgangsbohrung,
- 13 in die Schiene integrierte Gewindeeinsätze (nur für LWM und LWV)
- 15 angesenkte Durchgangsbohrung (Standard bei LWM und LWV, kein Code erforderlich)

Maß J1 in mm

- J1 symmetrisch an beiden Schienenenden
- Wert unsymmetrischer Wert J1 in mm

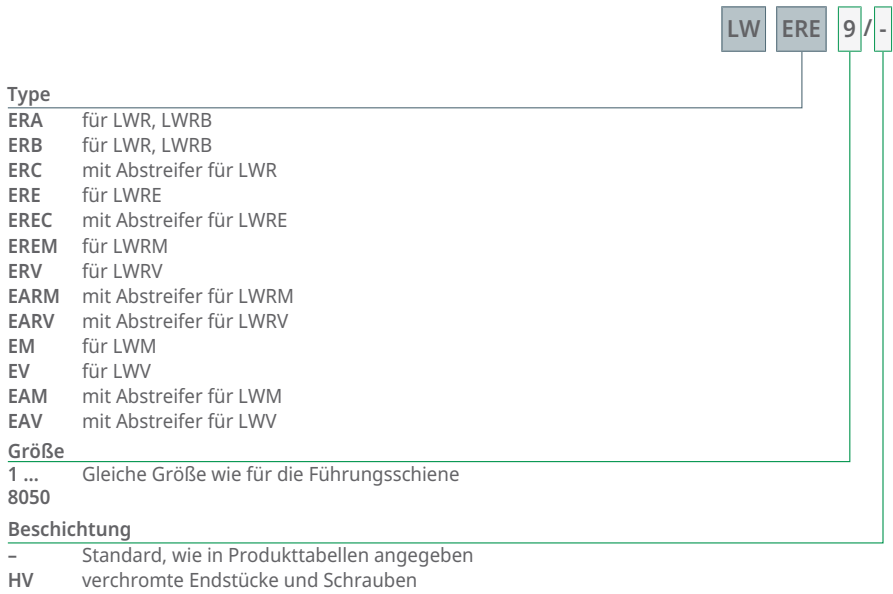
001D01BC

63 Bestellschlüssel für Wälzkörpereinheiten

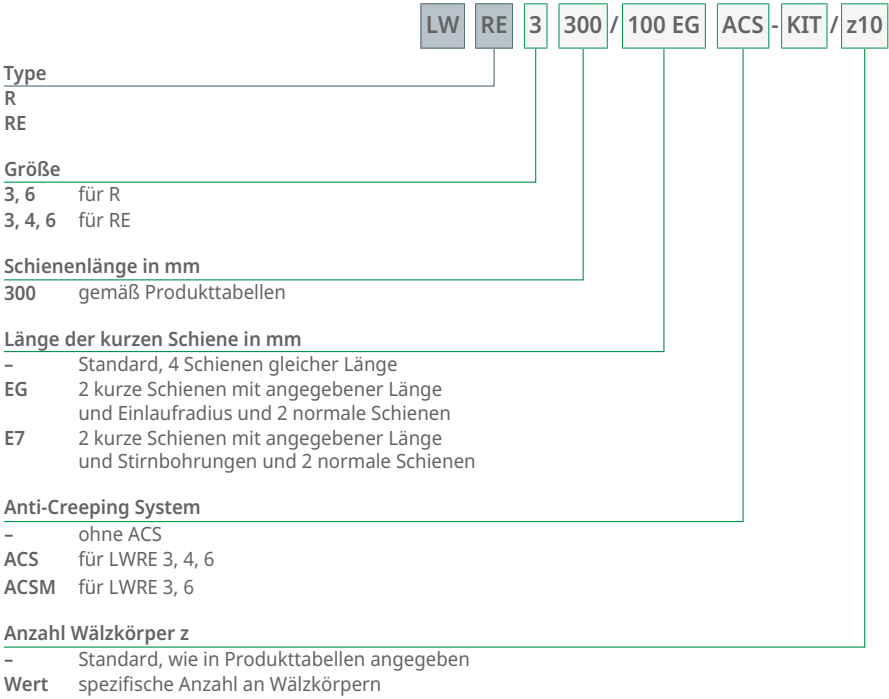


11

64 Bestellschlüssel für Endstücke



65 Bestellschlüssel für Präzisionsschienenführungen in Kit-Verpackung



001D01CC

Schaeffler Technologies AG & Co. KG

Georg-Schäfer-Straße 30

97421 Schweinfurt

Deutschland

www.schaeffler.de 

info.de@schaeffler.com

In Deutschland:

Telefon 0180 5003872

Aus anderen Ländern:

Telefon +49 9721 91-0

Alle Angaben wurden von uns sorgfältig erstellt und geprüft, jedoch können wir keine vollständige Fehlerfreiheit garantieren. Korrekturen bleiben vorbehalten. Bitte prüfen Sie daher stets, ob aktuellere Informationen oder Änderungshinweise verfügbar sind. Diese Publikation ersetzt alle abweichenden Angaben aus älteren Publikationen. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.

© Schaeffler Technologies AG & Co. KG

PR 1 / 01 / de-DE / 2025-10