



## Flachkäfigführungen



# Flachkäfigführungen

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.

© Schaeffler Technologies AG & Co. KG

Ausgabe: 2021, Mai

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.

# Vorwort

Das Leistungsprofil einer Längsführung wird heute nicht mehr nur nach ihrer Tragfähigkeit, Steifigkeit und Genauigkeit beurteilt. Neben diesen „Grundtugenden“ sind auch maßgeschneiderte Führungslösungen gefordert. Lösungen, die genau auf die Anforderungen der Anwendung zugeschnitten sind und so das konstruktive Gesamtkonzept der Maschine oder Anlage positiv beeinflussen. Dadurch lassen sich technisch leistungsfähige, sehr wirtschaftliche Konstruktionen mit einer hohen Marktakzeptanz realisieren.

In der Praxis haben sich deshalb verschiedene Führungskonzepte durchgesetzt, die sich für bestimmte Anwendungen besonders eignen.

## **Flachkäfigführungen**

Wenn hohe Laufruhe gefordert ist und äußerst tragfähige lineare Fest- oder Loslager mit begrenztem Hub, dann werden Flachkäfigführungen eingesetzt. Bestens geeignet sind diese Führungen bei einer oszillierenden Bewegung. Sie bestehen aus einem Schienensystem mit dazwischen angeordneten Nadel-, Zylinderrollen- oder Kugel-Flachkäfigen. Flachkäfigführungen sind besonders steif, hochgenau, reibungsarm und benötigen gegenüber anderen Linearführungen einen deutlich geringeren Bauraum.

## **Ersatz für ...**

Der Katalog FR 1 ersetzt die Druckschrift FR 1 der Schaeffler Gruppe. Die Angaben repräsentieren den Stand der Technik und der Fertigung vom Oktober 2008. Sie berücksichtigen sowohl den Fortschritt der Wälzlagertechnik als auch die in der praktischen Anwendung gesammelten Erfahrungen.

Rollenumlauf Führungen mit Rollenumlaufschuhen finden Sie jetzt im Katalog PF 1, Profilschienenführungen.

Angaben in früheren Auflagen, die mit den Angaben in diesem Katalog nicht übereinstimmen, sind damit ungültig.

# Sicherheitshinweise und Symbole

## Hohe Produktsicherheit

Unsere Produkte entsprechen dem Stand der Forschung und der Technik. Bei korrekter Auslegung der Lagerung, bestimmungs- und sachgemäßem Umgang und Einbau sowie vorschriftsmäßiger Wartung der Produkte gehen von diesen keine unmittelbaren Gefahren aus.

## Angaben beachten

Die vorliegende Publikation beschreibt Standardprodukte. Da diese in vielen Anwendungen eingesetzt werden, können wir nicht beurteilen, ob Fehlfunktionen auch Schäden an Personen oder Sachen auslösen.

Es liegt grundsätzlich in der Verantwortung des Konstrukteurs und Anwenders, dafür zu sorgen, dass alle Vorgaben eingehalten und alle erforderlichen Sicherheitsangaben dem Endbenutzer mitgeteilt werden. Das betrifft besonders Anwendungen, bei denen Produktausfall und Fehlfunktion Personen gefährden können.

## Bedeutung der Hinweise und Zeichen

Die Definition der Warn- und Gefahrensymbole folgt ANSI Z535.6–2006.

Die verwendeten Hinweise und Zeichen haben folgende Bedeutung:

Bei Nichtbeachtung treten kleine oder leichte Verletzungen ein!

**Vorsicht** 

Bei Nichtbeachtung treten Schäden oder Funktionsstörungen am Produkt oder an der Umgebungsstruktur ein!



**Hinweis**

Es folgen zusätzliche oder weiterführende Informationen, die beachtet werden müssen!

- ① Zahlen im Kreis sind Positionsnummern.
- ① Dieses Zeichen steht für Anschlagseite.
- ② Dieses Zeichen steht für Beschriftungsseite.

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
Verzeichnis der Baureihen .....	6
Verzeichnis der Nachsetzzeichen .....	8
Produktübersicht .....	8
Technische Grundlagen .....	16
Produktprogramm	
M- und V-Führungsschienen .....	72
ML- und V-Führungsschienen mit Zustellkeil .....	90
M- und V-Führungsschienen mit Zwangsführung .....	108
M- und V-Führungsschienen mit Gleitbelag .....	124
J- und S-Führungsschienen .....	138
L-Umgriffsystem .....	158
Flachkäfige .....	172

# Verzeichnis der Baureihen

	Seite
<b>BF</b>	Nadelrollen-Flachkäfig aus profiliertem Stahlband, einreihig ... 174
<b>EAJ</b>	Abstreifer, für J-Führungsschienen, mit Endstück, zum Schutz der Laufbahn vor Verschmutzung ..... 140
<b>EAM</b>	Abstreifer, für M-Führungsschienen, mit Endstück, zum Schutz der Laufbahn vor Verschmutzung ..... 74
<b>EAML</b>	Abstreifer, für ML-Führungsschienen, mit Endstück, zum Schutz der Laufbahn vor Verschmutzung ..... 92
<b>EAV</b>	Abstreifer, für V-Führungsschienen, mit Endstück, zum Schutz der Laufbahn vor Verschmutzung ..... 74
<b>EJ</b>	Endstück für J-Führungsschienen, verhindert das Wandern des Käfigs aus der Belastungszone ..... 140
<b>EJLU</b>	Endstück für hohe J-Führungsschienen und L-Umgriffsysteme, verhindert das Wandern des Käfigs aus der Belastungszone ..... 160
<b>ELU</b>	Endstück für flache J-Führungsschienen und L-Umgriffsysteme, verhindert das Wandern des Käfigs aus der Belastungszone ..... 160
<b>EM</b>	Endstück für M-Führungsschienen, verhindert das Wandern des Käfigs aus der Belastungszone ..... 74
<b>EML</b>	Endstück für ML-Führungsschienen, verhindert das Wandern des Käfigs aus der Belastungszone ..... 92
<b>EMLU</b>	Endstück für M-Führungsschienen und L-Umgriffsysteme, verhindert das Wandern des Käfigs aus der Belastungszone ..... 160
<b>ESM</b>	Einsatzmuttern für Führungsschienen, ermöglichen den Umbau des Bohrungstyps 15 zu einer Bohrung mit Gewinde ..... 74
<b>EV</b>	Endstück für V-Führungsschienen, verhindert das Wandern des Käfigs aus der Belastungszone ..... 74
<b>FF</b>	Nadelrollen-Flachkäfig aus Kunststoff, einreihig, Schwalbenschwanznuten an den Enden ..... 174
<b>FFW</b>	Nadelrollen-Winkel-Flachkäfig der Baureihe FF..ZW, beide Schenkel rechtwinklig zueinander gebogen ..... 174
<b>FF..-ZW</b>	Nadelrollen-Flachkäfig aus Kunststoff, zweireihig, ein elastischer Steg verbindet beide Reihen, die Reihen sind in jedem Winkel zueinander biegebar ..... 174

	Seite
<b>H</b>	Nadelrollen-Flachkäfig aus Leichtmetall, einreihig..... 174
<b>HB</b>	Kugel-Flachkäfig aus Leichtmetall, mehrreihig, Präzisionskugeln ..... 174
<b>HR</b>	Zylinderrollen-Flachkäfig, einreihig, Leichtmetallträger mit eingesetzten Kunststoffhaltestücken ..... 174
<b>HRW</b>	Zylinderrollen-Flachkäfig, zweireihig, Leichtmetallträger mit eingesetzten Kunststoffhaltestücken, Schenkel rechtwinklig zueinander gebogen ..... 174
<b>HW</b>	Winkel-Nadelrollen-Flachkäfig aus Leichtmetall, zweireihig, Schenkel rechtwinklig zueinander gebogen ..... 174
<b>H..-ZW</b>	Nadelrollen-Flachkäfig aus Leichtmetall, zweireihig ..... 174
<b>HR..-ZW</b>	Zylinderrollen-Flachkäfig, zweireihig Leichtmetallträger mit eingesetzten Kunststoffhaltestücken ..... 174
<b>J</b>	Führungsschiene für Nadelrollen-Flachkäfige, Gegenschiene zur S-Führungsschiene ..... 140
<b>LUE</b>	L-Umgriffsystem, bestehend aus M-, V-, J-, S-Führungsschienen, einem L-Umgriff, Winkel-Nadelrollen- und Nadelrollen-Flachkäfigen ..... 160
<b>M</b>	Führungsschiene für Winkel-Nadelrollen- und Winkel-Zylinderrollen-Flachkäfige, optional mit Gleitbelag, Gegenschiene zur V-Führungsschiene ..... 74
<b>ML</b>	M-Führungsschiene mit Zustellkeil zur Vorspannung des Systems für Winkel-Nadelrollen-Flachkäfige, Gegenschiene zur V-Führungsschiene ..... 92
<b>MVZ</b>	Satz M- und V-Führungsschienen mit integrierter Zahnstange und Zahnritzel im Käfig zur Zwangsführung des Käfigs, abmessungsgleich mit M- und V-Führungsschiene, mit Winkel-Nadelrollen-Flachkäfig..... 110
<b>S</b>	Führungsschiene für Nadelrollen-Flachkäfige, Gegenschiene zur J-Führungsschiene ..... 140
<b>V</b>	Führungsschiene für Winkel-Nadelrollen- und Winkel-Zylinderrollen-Flachkäfige, Gegenschiene zur M- beziehungsweise ML-Führungsschiene..... 74

# Verzeichnis der Nachsetzzeichen

<b>BL</b>	Bohrbild links, spiegelbildlich zu R
<b>BR</b>	Bohrbild rechts, spiegelbildlich zu L
<b>B03</b>	Bohrungstyp 3, verfügt über ein Gewinde
<b>B03L</b>	Bohrungstyp 3, Einschraubung von links von der Beschriftungsseite aus gesehen
<b>B03R</b>	Bohrungstyp 3, Einschraubung von rechts von der Beschriftungsseite aus gesehen
<b>B10</b>	Bohrungstyp 10, verfügt über ein Durchgangsbohrung
<b>B15</b>	Bohrungstyp 15, verfügt über eine Senklochbohrung
<b>B15L</b>	Bohrungstyp 15, Einschraubung von links von der Beschriftungsseite aus gesehen
<b>B15R</b>	Bohrungstyp 15, Einschraubung von rechts von der Beschriftungsseite aus gesehen

<b>E1</b>	Stirnseiten der Führungsschienen ohne Gewinde
<b>E1L</b>	ohne Stirngewinde auf linker Seite
<b>E1R</b>	ohne Stirngewinde auf rechter Seite, Laufbahneinläufe am Schienenende
<b>E2</b>	Führungsschienen mit Laufbahneinläufen an den Stirnseiten
<b>F</b>	Käfigmaterial Stahl, ungehärtet
<b>G..</b>	Flachkäfig: abweichende Güteklassen der Wälzkörper
<b>KD</b>	Beschichtung mit Verschleiß- und Korrosionsschutz
<b>KDC</b>	Beschichtung mit hohem Verschleiß- und Korrosionsschutz
<b>LB1</b>	Laufbahn mit Turcite <sup>®</sup> B (Standard)
<b>LP21</b>	Laufbahn mit Permaglide <sup>®</sup> P21
<b>M</b>	Käfigmaterial Messing
<b>Q2</b>	Genauigkeitsklasse, hochpräzise
<b>Q6</b>	Genauigkeitsklasse, präzise
<b>Q10</b>	Genauigkeitsklasse, normal
<b>Q20</b>	Genauigkeitsklasse, Handhabungsbereich
<b>US</b>	Führungsschienen mit eingengerter Toleranz
<b>BK</b>	Flachkäfig: Korrosionsschutz und Reibungsminderung
<b>S</b>	Käfigmaterial Messing

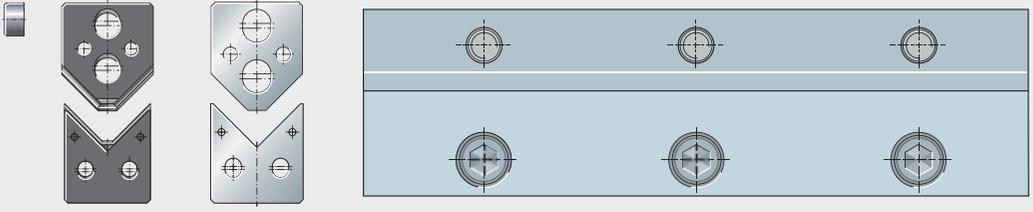




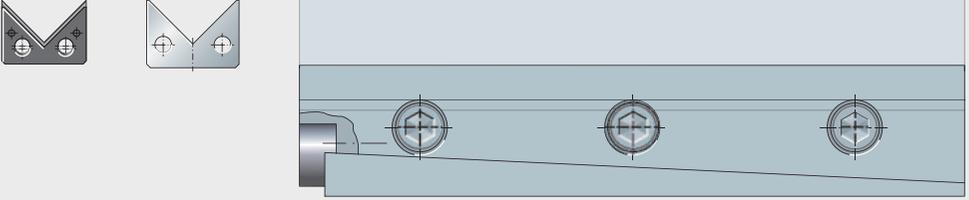


# Flachkäfigführungen

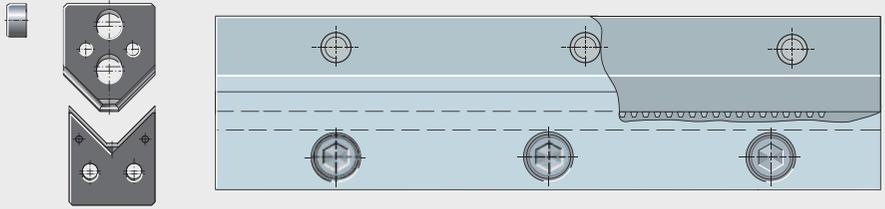




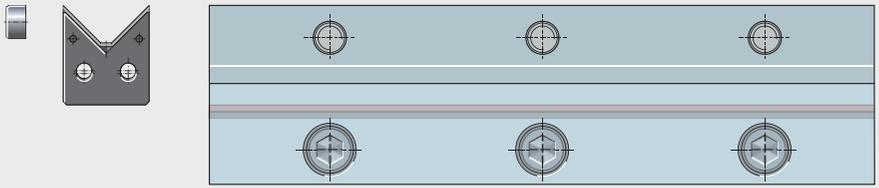
00014B03



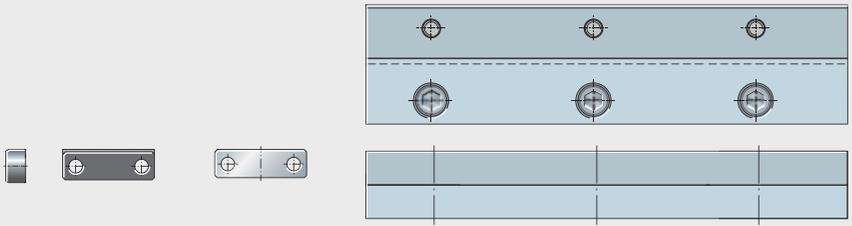
00014B05



00014B07



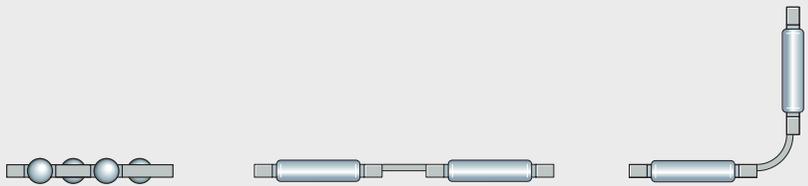
00014B09



00014B08

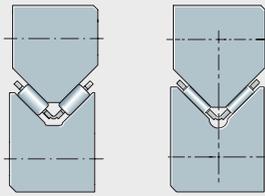


00014B0D



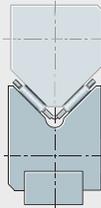
00014B0F

M- und V-Führungsschienen



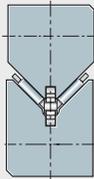
00014B04

ML- und V-Führungsschienen mit Zustellkeil



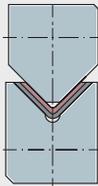
00014B06

M- und V-Führungsschienen mit Zwangsführung



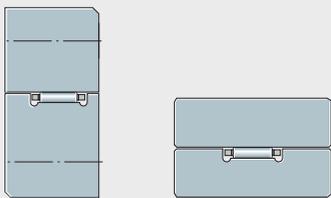
00014B08

M- und V-Führungsschienen mit Gleitbelag



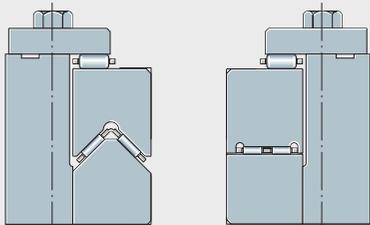
00014B0A

J- und S-Führungsschienen



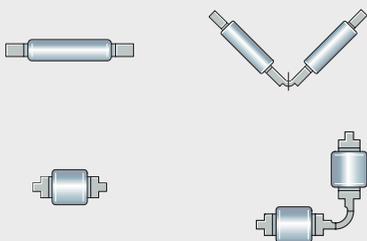
00014B0C

L-Umgriffsystem

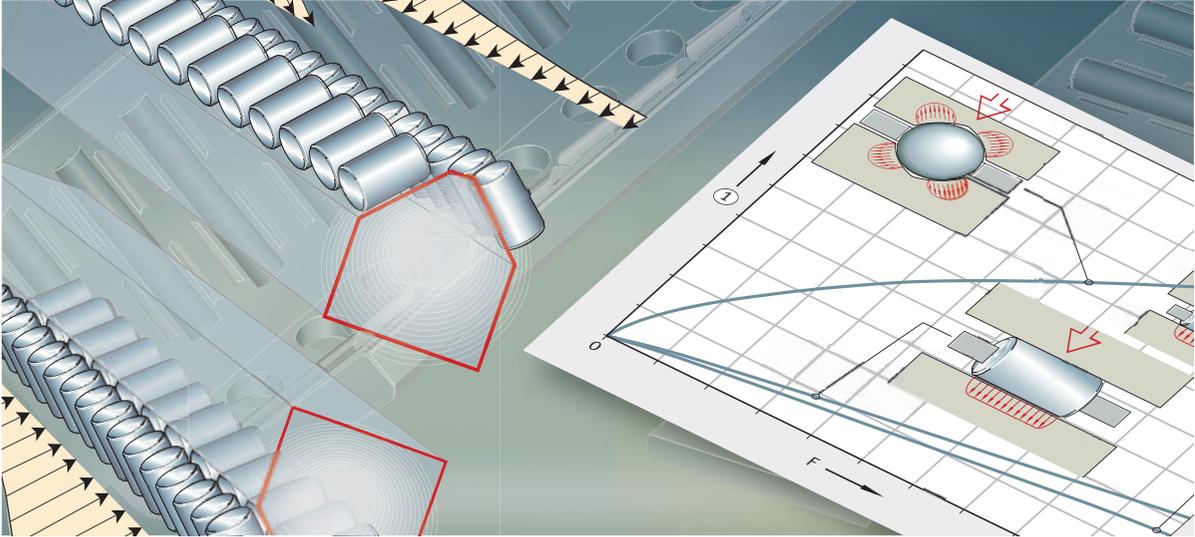


00014B0E

Flachkäfige



00014B10



## Technische Grundlagen

Tragfähigkeit und Lebensdauer

INA-Berechnungsprogramm

Vorspannung

Reibung

Steifigkeit

Schmierung

Abdichtung

Anwendungsgrenzen

Gestaltung der Lagerung

Einbau



## Technische Grundlagen

	Seite
<b>Tragfähigkeit und Lebensdauer</b>	Tragfähigkeit ..... 20
	Tragzahl-Berechnung nach DIN ..... 20
	Umrechnung der Tragzahlen ..... 20
	Dynamische Tragfähigkeit und Lebensdauer ..... 20
	Nominelle Lebensdauer ..... 21
	Äquivalente Belastung und Geschwindigkeit ..... 22
	Gebrauchsdauer ..... 23
	Statische Tragfähigkeit ..... 23
	Statische Tragzahlen ..... 23
	Statische Tragsicherheit ..... 23
	Bestimmung der wirksamen Tragzahl ..... 24
	Effektive Käfiglänge und Tragzahlen ..... 24
	Einflüsse auf die Tragfähigkeit ..... 26
	Korrekturfaktor für die Härte ..... 26
	Korrekturfaktor für die Lastrichtung ..... 27
	Außermittige Belastungen bei Führungsschienen ..... 29
	Berechnungsbeispiel ..... 30
<b>INA-Berechnungsprogramm</b>	Komplexe Einflussfaktoren ..... 32
	Berechnungsprogramm ..... 33
	Parameter und Kenngrößen ..... 33
<b>Vorspannung</b>	Einfluss der Vorspannung ..... 36
	Höhe der Vorspannung ..... 36
	Einfluss der Anschlusskonstruktion ..... 36
	Einstellung der Vorspannkraft ..... 36
	Schlittenverschiebereibung ..... 36
	Druckschrauben ..... 37
	Führungsschienen mit Zustellkeil ..... 37
Hydraulische Einstellschiene ..... 38	
<b>Reibung</b>	Reibungskoeffizient ..... 39
	Einfluss des Schmierfetts auf die Reibung ..... 39
	Einfluss der Dichtung auf die Reibung ..... 39
	Verschiebewiderstand ..... 40

## Technische Grundlagen

	Seite
<b>Steifigkeit</b>	
Kontaktgeometrie .....	41
Elastische Verformung .....	42
Steifigkeit der Flachkäfigführung.....	42
Ermittlung der Steifigkeit.....	42
Berechnungsbeispiel.....	43
<b>Schmierung</b>	
Öl- oder Fettschmierung.....	44
Lieferausführung, geeignete Schmierstoffe .....	44
Vorteile der Fettschmierung.....	44
Vorteile der Ölschmierung .....	44
Ölschmierung .....	45
Verträglichkeit.....	46
Mischbarkeit.....	46
Inbetriebnahme .....	46
Fettschmierung.....	47
Mischbarkeit.....	47
Lagerfähigkeit .....	47
Inbetriebnahme und Erstbefettungsmenge .....	48
Nachschmierung .....	49
Schmierfett-Gebrauchsdauer.....	49
Ermitteln der Schmierfristen .....	50
<b>Abdichtung</b> .....	54
<b>Anwendungsgrenzen</b>	
Beschleunigung.....	55
Betriebstemperaturen .....	55



	Seite
<b>Gestaltung der Lagerung</b>	
Einbauanordnungen .....	56
Offene Anordnung.....	56
Geschlossene Anordnung M/V .....	56
Geschlossene Anordnung LUE .....	57
Bestimmung der Länge .....	58
Nach technischen Anforderungen.....	58
Nach konstruktiven Gegebenheiten.....	61
Endstücke und Abstreifer.....	62
Befestigung der Führungsschienen .....	63
Bohrungstypen .....	63
Einsatzmuttern ESM.....	63
Bohrbilder der Führungsschienen .....	64
Maximale Anzahl der Teilungen.....	65
Anforderung an die Umgebungs konstruktion.....	65
Form- und Lagegenauigkeit der Anschlussflächen.....	65
Parallelität und Rechtwinkligkeit .....	65
Höhenunterschied der Auflageflächen .....	66
<b>Einbau</b>	
Lieferausführung .....	67
Aufbewahrung .....	67
Entnahme.....	67
Führungsschienen .....	67
Metall-Flachkäfige .....	67
Geschlossene Anordnung .....	68
Montage .....	68
Vorspannen mit Druckschrauben.....	69
Vorspannen mit Zustellkeil.....	70
Offene Anordnung .....	71

# Tragfähigkeit und Lebensdauer

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

## Tragfähigkeit

Die Tragfähigkeit der Führung wird beschrieben durch die dynamische Tragzahl C und die statische Tragzahl  $C_0$  der eingebauten Flachkäfige.

## Tragzahl-Berechnung 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 100 000 m Verschiebeweg.

## Unterschiede zwischen DIN und fernöstlichen Anbietern

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

## Umrechnung der Tragzahlen Kugel-Flachkäfige

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

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

## Rollen-Flachkäfige

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

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

$C_{50}$  N  
Dynamische Tragzahl C für 50 km Verschiebeweg

$C_{100}$  N  
Dynamische Tragzahl C für 100 km Verschiebeweg, Definition nach DIN 636.

## Dynamische Tragfähigkeit und Lebensdauer

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

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



## 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.

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

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

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

$L, L_h$  m, h  
 Nominelle Lebensdauer in 100 km oder in Betriebsstunden  
 $C_w$  N  
 Wirksame dynamische Tragzahl, siehe Seite 24  
 $H$  mm  
 Einfache Hublänge (Hub-Extremlage)  
 $n_{osc}$   $\text{min}^{-1}$   
 Anzahl der Doppelhübe je Minute  
 $P$  N  
 Dynamisch äquivalente Belastung  
 $p$  -  
 Lebensdauerexponent:  
 Kugelgelagerte Flachkäfigführungen:  $p = 3$   
 Rollengelagerte Flachkäfigführungen:  $p = 10/3$   
 $\bar{v}$  m/min  
 Dynamisch äquivalente Geschwindigkeit.



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

# Tragfähigkeit und Lebensdauer

## Äquivalente Belastung und Geschwindigkeit

Die Gleichungen zur Berechnung der nominellen Lebensdauer setzen voraus, dass die Belastung  $P$  und die Geschwindigkeit  $\bar{v}$  konstant sind. Nichtkonstante Betriebsbedingungen lassen sich durch äquivalente Betriebswerte berücksichtigen. Diese haben dieselbe Auswirkung wie tatsächlich wirkende Belastungen.

### Dynamisch äquivalente Belastung

Allgemein gilt:

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

Bei stufenweise veränderlicher Belastung wird die dynamisch äquivalente Belastung berechnet:

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

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

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

### Dynamisch äquivalente Geschwindigkeit

Allgemein gilt:

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

Bei stufenweise veränderlicher Geschwindigkeit wird die dynamisch äquivalente Geschwindigkeit berechnet:

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

F	N
Angreifende Kraft	
P	N
Dynamisch äquivalente Belastung	
p	-
Lebensdauerexponent:	
Kugelgelagerte Flachkäfigführungen:	$p = 3$
Rollengelagerte Flachkäfigführungen:	$p = 10/3$
$q_z$	%
Zeitanteil an der Wirkdauer	
$v_z$	m/min
Veränderliche Geschwindigkeit	
$\bar{v}$	m/min
Dynamisch äquivalente Geschwindigkeit.	



### Gebrauchsdauer

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

Folgende Faktoren können zum vorzeitigen Ausfall durch Verschleiß oder Ermüdung führen:

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

### Statische Tragfähigkeit

Die statische Tragfähigkeit der Führung wird begrenzt durch:

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



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

### Statische Tragzahlen

Die statischen Tragzahlen sind die Belastungen, bei denen an den Laufbahnen und Wälzkörpern eine bleibende Gesamtverformung auftritt, die  $1/10\,000$  des Wälzkörperdurchmessers entspricht.

### 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:

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

$S_0$  – Statische Tragsicherheit  
 $C_{0w}$  – Wirksame statische Tragzahl  
 $P_0$  – Maximale statisch äquivalente Belastung.



Wenn an die Laufgenauigkeit und Laufruhe hohe Anforderungen gestellt werden, sollte die statische Tragsicherheit  $S_0 > 3$  betragen! Für  $S_0 < 3$  sind bei Zug- und Momentenbelastung die Schraubenverbindung zu prüfen!

# Tragfähigkeit und Lebensdauer

## Bestimmung der wirksamen Tragzahl

Die in den Maßtabellen 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.

## Effektive Käfiglänge und Tragzahlen

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

Für rollengelagerte Flachkäfige

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

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

Für kugelgelagerte Flachkäfige

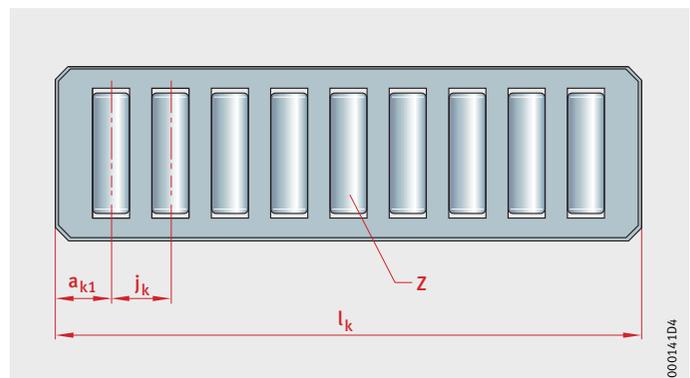
$$C_w = C \cdot \left( \frac{l_k - 2a_{k1} + j_k}{100} \right)^{0,7}$$

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

- $C$  N  
Dynamische Tragzahl für eine Käfiglänge von 100 mm, siehe Seite 28
- $C_0$  N  
Statische Tragzahl für eine Käfiglänge von 100 mm, siehe Seite 28
- $C_w$  N  
Wirksame dynamische Tragzahl
- $C_{0w}$  N  
Wirksame statische Tragzahl
- $a_{k1}$  mm  
Abstand der ersten oder letzten Taschenmitte vom Käfigende
- $j_k$  mm  
Taschenteilung des Flachkäfig-Grundkörpers
- $l_k$  mm  
Länge des Käfigs, *Bild 1*.

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

*Bild 1*  
Maße zur Bestimmung der wirksamen Tragzahl





### 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:

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

Z –  
Anzahl der Wälzkörper pro Reihe

$l_k$  – mm  
Länge des Käfigs

$a_{k1}$  – mm  
Abstand der ersten oder letzten Taschenmitte vom Käfigende, *Bild 1*, Seite 24

$j_k$  – mm  
Taschenteilung des Flachkäfig-Grundkörpers, siehe Maßtabellen und *Bild 1*, Seite 24.

# Tragfähigkeit und Lebensdauer

## Einflüsse auf die Tragfähigkeit

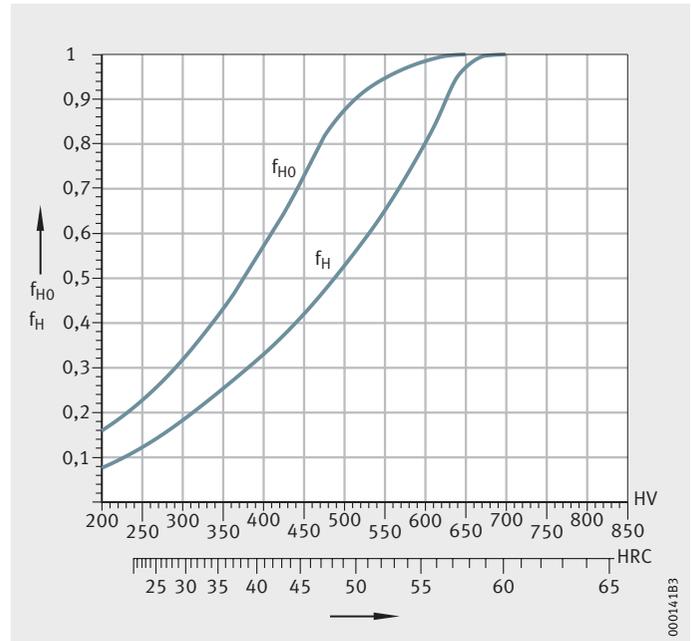
Die Tragzahlen in den Maßstabellen gelten nur unter bestimmten Voraussetzungen. Bei abweichender Laufbahnlänge und außermittiger Belastung sind Korrekturfaktoren zu berücksichtigen.

## Korrekturfaktor für die Härte

Wenn Flachkäfige auf Laufbahnen mit einer Oberflächenhärte  $< 670$  HV (58 HRC) eingesetzt werden, müssen die Tragzahlen mit dem Härtefaktor  $f_H$  bzw.  $f_{H0}$  multipliziert werden, *Bild 2*.

$f_H$  = Dynamischer Härtefaktor  
 $f_{H0}$  = Statischer Härtefaktor  
HRC = Oberflächenhärte, umgewertet nach DIN 50150  
HV = Oberflächenhärte

*Bild 2*  
Härtefaktoren für die Laufbahn





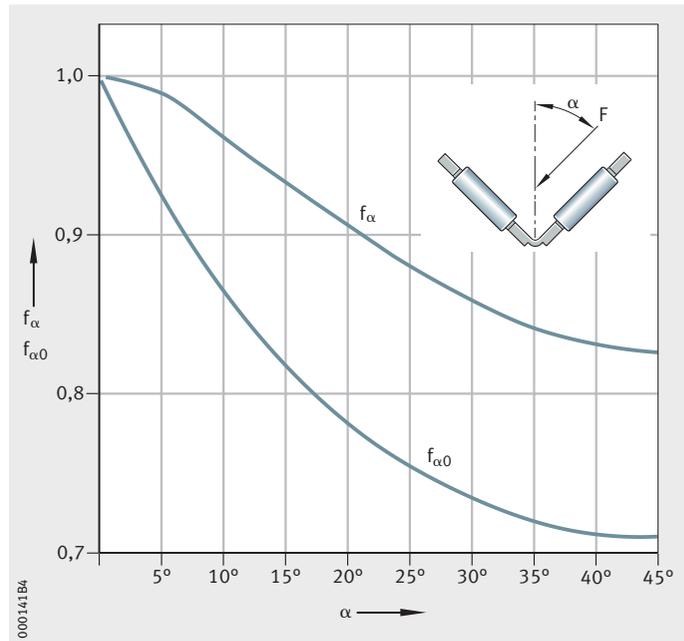
## Korrekturfaktor für die Lastrichtung

Die wirksamen Tragzahlen der zweireihigen Winkel-Flachkäfige hängen vom Kraftangriffswinkel  $\alpha$  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 können die effektiven Tragzahlen durch folgende Gleichungen und mit den Lastrichtungsfaktoren für Winkel-Flachkäfige bestimmt werden, *Bild 3*.

$f_\alpha$  = Dynamischer Lastrichtungsfaktor  
 $f_{\alpha 0}$  = Statischer Lastrichtungsfaktor  
 $\alpha$  = Kraftangriffswinkel

*Bild 3*  
Lastrichtungsfaktoren für Winkel-Flachkäfige



# Tragfähigkeit und Lebensdauer

## Dynamische Tragzahl

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

## Statische Tragzahl

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

C	N
Dynamische Tragzahl für eine Käfiglänge von 100 mm	
C <sub>0</sub>	N
Statische Tragzahl für eine Käfiglänge von 100 mm	
C <sub>w</sub>	N
Wirksame dynamische Tragzahl	
C <sub>0w</sub>	N
Wirksame statische Tragzahl	
f <sub>α</sub>	-
Dynamischer Lastrichtungsfaktor, <i>Bild 3</i> , Seite 27	
f <sub>H</sub>	-
Dynamischer Härtefaktor	
f <sub>α0</sub>	-
Statischer Lastrichtungsfaktor, <i>Bild 3</i> , Seite 27	
f <sub>H0</sub>	-
Statischer Härtefaktor	
l <sub>k</sub>	mm
Länge des Käfigs	
a <sub>k1</sub>	mm
Abstand der ersten oder letzten Taschenmitte vom Käfigende	
j <sub>k</sub>	mm
Taschenteilung des Flachkäfig-Grundkörpers, <i>Bild 1</i> , Seite 24	
p	-
Lebensdauerexponent:	
Kugelgelagerte Flachkäfigführungen: p = 0,7	
Rollengelagerte Flachkäfigführungen: p = $\frac{7}{9}$ .	



## Außermittige Belastung bei Führungsschienen

### Offene Anordnung

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

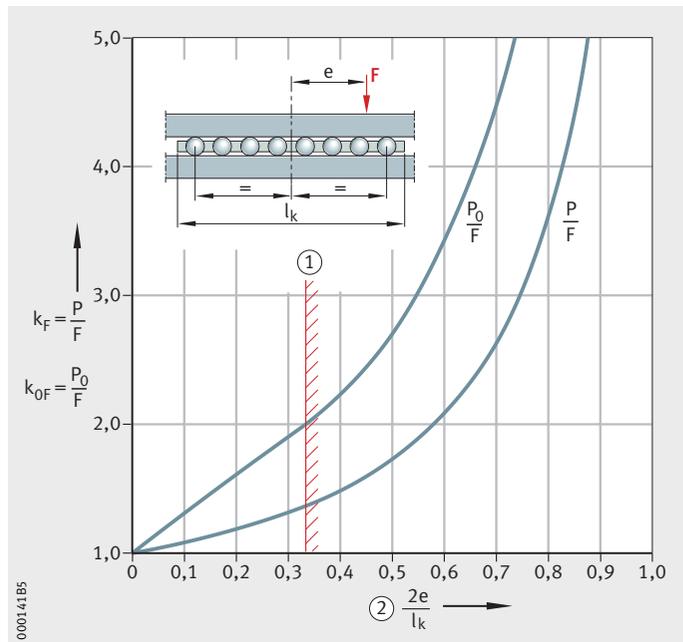
Die in den Maßtabellen angegebenen Tragzahlen gelten nur bei gleichmäßiger Lastverteilung oder mittigem Lastangriff.

Werden die Käfige außermittig belastet, können die Tragfähigkeit und Lebensdauer mit der statischen beziehungsweise der dynamischen äquivalenten Käfiglast ermittelt werden, *Bild 4*.

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

Beschreibung der offenen Anordnung, siehe Seite 56.

- ① Ausnutzungsgrenze
- ② Relativer Lastversatz
- $k_F$  = Dynamischer Lastfaktor
- $k_{0F}$  = Statischer Lastfaktor
- $e$  = Lastversatz
- $l_k$  = Länge des Käfigs
- $F$  = Belastung der Führung
- $P$  = Dynamisch äquivalente Belastung
- $P_0$  = Statisch äquivalente Belastung



*Bild 4*

Äquivalente Belastung

### Geschlossene Anordnung

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

Die Berechnung der äquivalenten Käfiglast ist sehr komplex. Sie wird auf Anfrage durch den Außendienst der Schaeffler Gruppe mit entsprechenden Berechnungsprogrammen durchgeführt, siehe Datenblatt, Seite 35.

Beschreibung der geschlossenen Anordnung, siehe Seite 56.

# Tragfähigkeit und Lebensdauer

## Berechnungsbeispiel

Gegeben sind folgende Werte

Führungsschiene		M6035 und V6035
Flachkäfig		HW20
Dynamische Tragzahl für eine Käfiglänge von 100 mm	C	40 300 N
Statische Tragzahl für eine Käfiglänge von 100 mm	C <sub>0</sub>	139 500 N
Betriebslast zentrisch auf die Führung wirkend (Faktoren f <sub>a</sub> , f <sub>a0</sub> , k <sub>F</sub> , k <sub>0F</sub> = 1)	F <sub>B</sub>	25 300 N
Abstand der Hub-Extremlagen	H	200 mm
Anzahl der Doppelhübe je Minute	n <sub>osc</sub>	18 min <sup>-1</sup>
Käfiglänge	l <sub>k</sub>	500 mm

Gesucht werden folgende Werte

Nominelle Lebensdauer	L und L <sub>h</sub>
Statische Tragsicherheit	S <sub>0</sub>

Prüfung der Wälzkörper-Anzahl

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

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

Wirksame dynamische Tragzahl C<sub>w</sub>

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

$$C_w = 40\,300 \cdot \left( \frac{497,5}{100} \right)^{\frac{7}{9}} = 140\,000 \text{ N}$$

Nominelle Lebensdauer L

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

$$L = \left( \frac{140\,000}{25\,000} \right)^{\frac{10}{3}} = 310 \cdot 10^5 \text{ m}$$



Nominelle Lebensdauer  $L_h$

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

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

Statische Tragsicherheit  $S_0$

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

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

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

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

# INA-Berechnungsprogramm

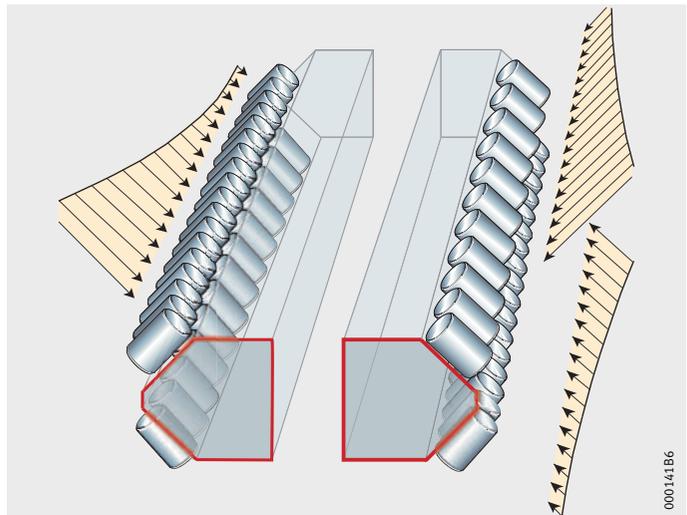
Die Berechnung auf Seite 35 dient in erster Linie der Vorauswahl von Flachkäfigführungen. Sie ermöglicht eine überschlägige Berechnung der äquivalenten statischen und dynamischen Lagerbelastung, da die Gleichungen zum Errechnen der Elementenbelastung von einem statisch bestimmten System ausgehen.

## 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, *Bild 1*.



*Bild 1*  
Innere Lastverteilung  
bei kombinierter Belastung



## 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 die Schaeffler Gruppe als Service an.

## Parameter und Kenngrößen

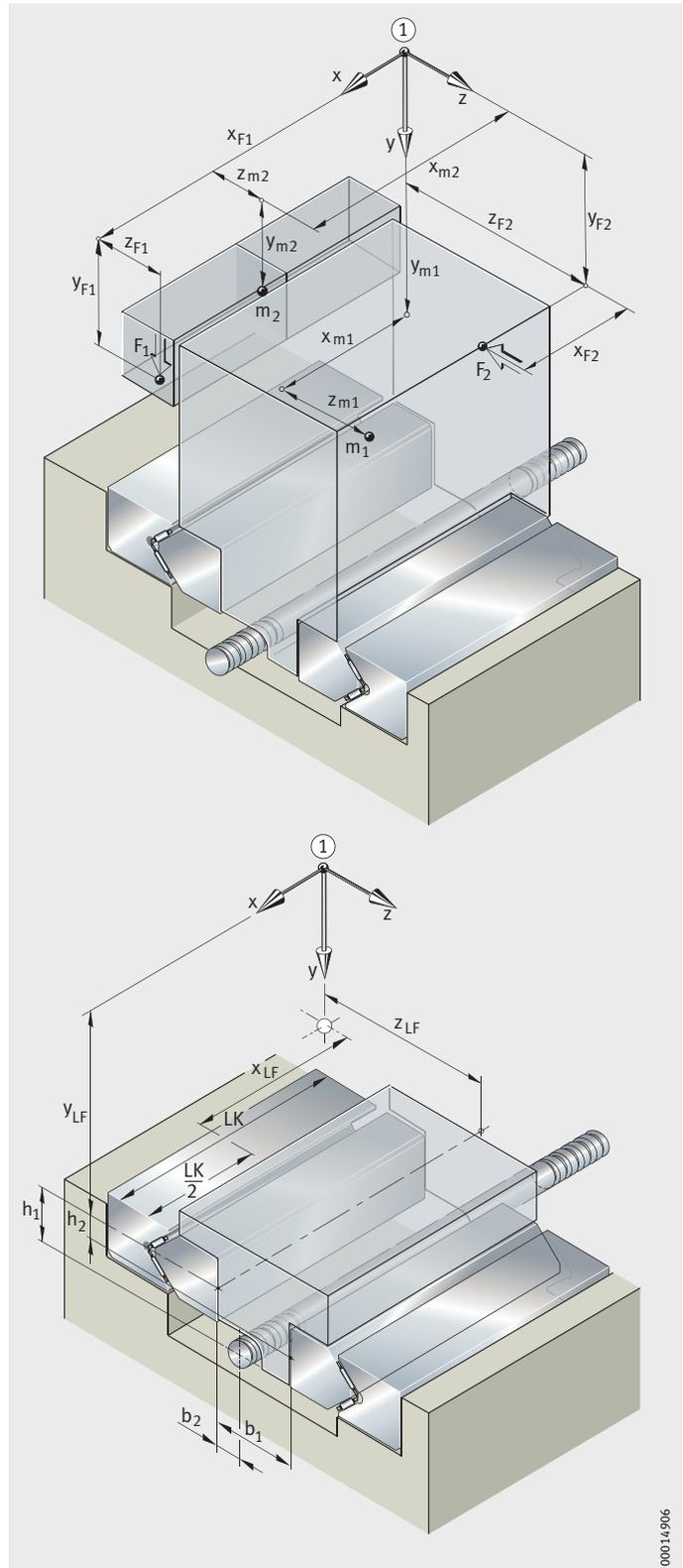
Das INA-Berechnungsprogramm für Linearführungen bestimmt unter anderem folgende Parameter:

- die statische Tragsicherheit  $C_0$
- die nominelle Lebensdauer  $L, L_h$
- die 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, *Bild 2*, Seite 34:

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

# INA-Berechnungsprogramm



① Koordinatenursprung

**Bild 2**  
Belastungsangaben  
für Flachkäfigführungen

00014906



**Datenblatt** Einfache Berechnungen können Sie in *medias<sup>®</sup> 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, siehe Tabelle.

Mit diesem Datenblatt lassen sich Geometrie und Belastung einfach beschreiben:

- Im Datenblatt sind beispielhaft zwei Massen und zwei 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.
- Die Daten sind für jeden Lastfall getrennt anzugeben.

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

**Berechnungsdatenblatt**

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
Massenmittelpunkt 1		Massenmittelpunkt 2	
$x_{m1}$	mm	$x_{m2}$	mm
$y_{m1}$	mm	$y_{m2}$	mm
$z_{m1}$	mm	$y_{m2}$	mm
Kraftangriffspunkt 1		Kraftangriffspunkt 2	
$x_{F1}$	mm	$x_{F2}$	mm
$y_{F1}$	mm	$y_{F2}$	mm
$z_{F1}$	mm	$z_{F2}$	mm

# Vorspannung

## Einfluss der Vorspannung

Die Vorspannung erhöht die Steifigkeit und Führungsgenauigkeit der Flachkäfigführungen. Bei Momentbelastungen verringert sie die Höchstlasten auf den Wälzkörper, die am Käfigende liegen, und erhöht damit die Momententragfähigkeit des Führungssystems. Außerdem beeinflusst die Vorspannung den Verschiebewiderstand und wirkt sich auf die Lebensdauer der Flachkäfigführung aus.

## 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.



Käfigwandern bei falsch gewählter Vorspannung! Zu geringe oder zu hohe Vorspannung kann zu einer unkontrollierten Verlagerung des Flachkäfigs führen!

## 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.

## Einstellen der Vorspannkraft

Die Vorspannkraft kann nach unterschiedlichen Methoden gemessen und eingestellt werden:

- durch die Schlittenverschiebereibung  $F_{RV}$  bei Verwendung von Druckschrauben oder Führungsschienen mit Zustellkeil, siehe Seite 90
- durch Druckschrauben mit vorgegebenem Anziehdrehmoment, siehe Tabelle, Seite 37
- durch Messung der Verformung der Anschlusskonstruktion, nachdem die richtige Verformung mit der hydraulischen Einstellschiene bestimmt wurde, siehe Seite 38.

## Schlittenverschiebereibung

Die Reibung kann mit einer Formel errechnet werden.

Gültig ist die Formel, 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.

$$F_{RV} = \frac{C_{0w}}{40\,000}$$

$F_{RV}$  N  
Schlittenverschiebereibung  
 $C_{0w}$  N  
wirksame statische Tragzahl.



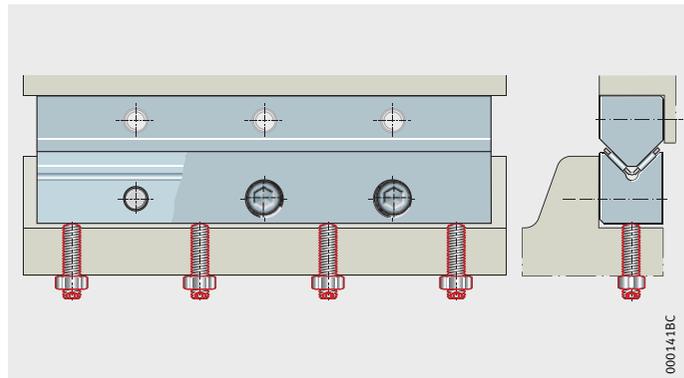
## Druckschrauben

Bei geringer Belastung ( $S_0 > 5$ ) kann die Vorspannung durch Druckschrauben am Schienentrücken aufgebracht werden. Die Druckschrauben sollen dabei eine ebene Druckfläche aufweisen (Ausführung als Stiftschraube nach ISO 4 026) und zwischen den Befestigungsschrauben und an den Enden der Führungsschienen angeordnet werden, siehe Tabelle und *Bild 1*.

## Druckschrauben und Anziehdrehmomente

Führungsschiene	Druckschraube		Anziehdrehmoment <sup>1)</sup> $M_A$ Nm
	Abmessung	Abstand mm	
M/V3015	M4	40	0,34
M/V4020	M6	80	1,2
M/V5025	M6	80	1,2
M/V4525	M6	80	1
M/V6035	M8	100	2,9
M/V6535	M8	100	3,5
M/V7040	M10	100	5,7
M/V8050	M12	100	7,7
M/V8550	M12	100	7,3

<sup>1)</sup> Vorspannung = 2,5%  $C_0$ .



*Bild 1*  
Anordnung der Druckschrauben

## 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.

# Vorspannung

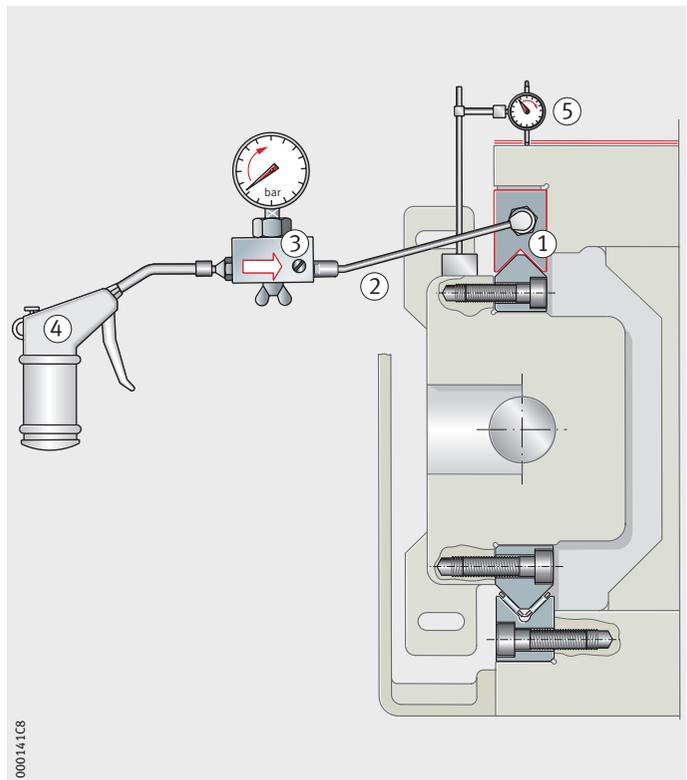
## Hydraulische Einstellschiene

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, *Bild 2*.

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

### Anwendung

- Bei der Erstmontage eine Schiene und einen Flachkäfig durch die hydraulische Einstellschiene 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.



- ① Einstellschiene
- ② Hochdruckschlauch
- ③ Verteiler mit Manometer
- ④ Fettpresse
- ⑤ Messuhr

*Bild 2*  
Vorspannung mit  
hydraulischer Einstellschiene



# Reibung

## Reibungskoeffizient

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

Die gesamte Reibung setzt sich zusammen aus:

- Roll- und Gleitreibung in den Wälzkontakten
- Schmierstoffreibung
- Dichtungsreibung.

Einflussfaktoren auf die Reibung sind:

- Belastung
- Vorspannung
- Verfahrensgeschwindigkeit
- Schmierstoff
- Schmierzustand
- Temperatur
- Einbaugenauigkeit.

Diese Faktoren 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.

## 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 jedoch wieder der niedrigere Wert ein.

Die Eigenschaften des verwendeten Schmierfettes bestimmen wesentlich das Reibungsverhalten. Als grobe Anhaltspunkte können die Konsistenz und die Grundölviskosität dienen.



Erstbefettete Systeme haben einen erhöhten Verschiebewiderstand!

## Einfluss der Dichtung auf die Reibung

Schleifende Dichtungen erhöhen die Gesamtreibung der Flachkäfigführungen.

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





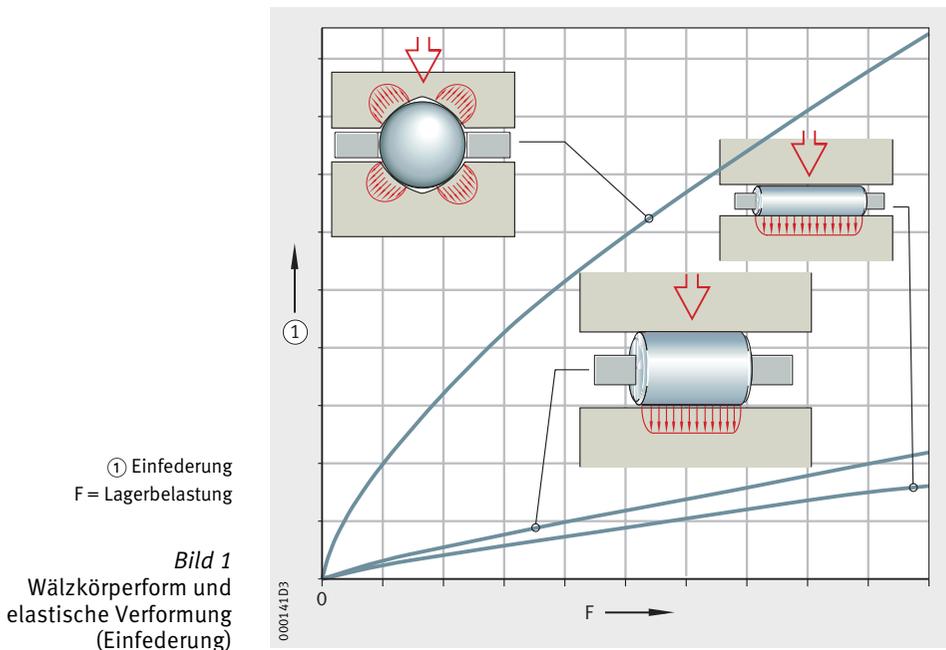
# Steifigkeit

In Flachkäfigführungen werden Nadelrollen, Zylinderrollen oder Kugeln als lastübertragende Wälzkörper eingesetzt.

## Kontaktgeometrie

Führungen mit Nadelrollen- und Zylinderrollen haben Linienberührung im Wälzkontakt, Führungen mit Kugeln Vierpunktkontakt. Aufgrund der größeren Kontaktfläche sind Führungen mit Nadelrollen und Zylinderrollen wesentlich steifer als Führungen mit Kugeln, *Bild 1*.

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.



# Steifigkeit

## Elastische Verformung

Flachkäfigführungen sind hoch steif. Trotzdem tritt durch die Betriebslast eine elastische Verformung in den Kontaktstellen auf. Verformung und Steifigkeit sind über Gleichungen bestimmbar, siehe Seite 43.



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- und V-Führungsschienen kann die Steifigkeit der Führung durch Vorspannung weiter gesteigert werden, siehe Seite 36.

## Steifigkeit der Flachkäfigführung

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

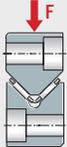
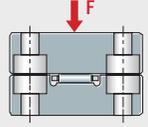
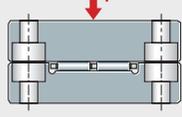
$$C_L = \frac{F}{\delta}$$

$C_L$  Steifigkeit der Flachkäfigführung  $N/\mu m$   
 $F$  Betriebslast  $N$   
 $\delta$  Elastische Verformung in den Kontaktstellen  $\mu m$

## 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, siehe Tabelle Bauformfaktoren.

### Bauformfaktoren

Führungsschiene Bauform	Bauformfaktor K
 000141D5	0,092
 000141D6	0,087
 000141D7	0,049



### Flachkäfigführungen mit Linienkontakt

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

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

### Flachkäfigführungen mit Vierpunktkontakt

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

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

$\delta$   $\mu\text{m}$   
 Elastische Verformung in den Kontaktstellen, Annäherung der beiden Laufbahnebenen  
 K –  
 Faktor zur Bestimmung der elastischen Verformung, abhängig von der Bauform, siehe Tabelle, Seite 42  
 F N  
 Betriebslast  
 Z –  
 Anzahl der Wälzkörper pro Reihe  
 $D_w$  mm  
 Kugeldurchmesser  
 $L_w$  mm  
 Wälzkörperlänge  
 $C_L$  N/ $\mu\text{m}$   
 Steifigkeit der Flachkäfigführung.

### Berechnungsbeispiel

Führungsschiene		M6035 und V6035
Flachkäfig		HW20×500
Betriebslast	F	25 000 N
Anzahl der Wälzkörper pro Reihe	Z	90
Wälzkörperlänge	$L_w$	9,8
Bauformfaktor	K	0,092

### Elastische Verformung

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

$$\delta = 0,092 \cdot \frac{(25\,000/90)^{0,838}}{9,8^{0,605}} = 2,6 \mu\text{m}$$

### Steifigkeit

$$C_L = \frac{25\,000}{2,6} = 9\,600 \text{ N}/\mu\text{m}$$

# Schmierung

## Öl- oder Fettschmierung

Flachkäfigführungen müssen geschmiert werden.

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

Die Aufgaben und Wirkungen von Schmierstoffen, sowohl von Fett als auch von Öl, sind umfangreich.

Schmierstoffe

- senken die Reibung
- minimieren den Verschleiß
- verhindern Korrosion
- schützen vor Schmutz und
- verlängern die Gebrauchsdauer der Führungen.

## Lieferausführung, geeignete Schmierstoffe

Flachkäfigführungen sind konserviert. Die Konservierung verträgt sich mit Ölen und Fetten auf Mineralölbasis. Die Flachkäfigführungen laufen, besonders bei geringen Geschwindigkeiten, fast immer im Bereich der Mischreibung. Deshalb sollten legierte Schmierstoffe (Kennbuchstabe P nach DIN 51 502) bevorzugt werden.



Zur Schmierung dürfen keine Bohröle oder andere Kühlemulsionen verwendet werden! Sie verdünnen die Schmierstoffe und verursachen unter Umständen Korrosion! Ebenfalls sind keine Schmierstoffe mit Feststoffzusätzen einzusetzen!

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

## Verbrauchter Schmierstoff



Verbrauchten Schmierstoff umweltgerecht entsorgen!

Nationale Vorschriften zum Umweltschutz und zur Arbeitssicherheit sowie die Angaben der Schmierstoffhersteller regeln den Umgang mit den Schmierstoffen! Vorschriften unbedingt beachten!

## 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.

## Vorteile der Fettschmierung

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



## Ölschmierung

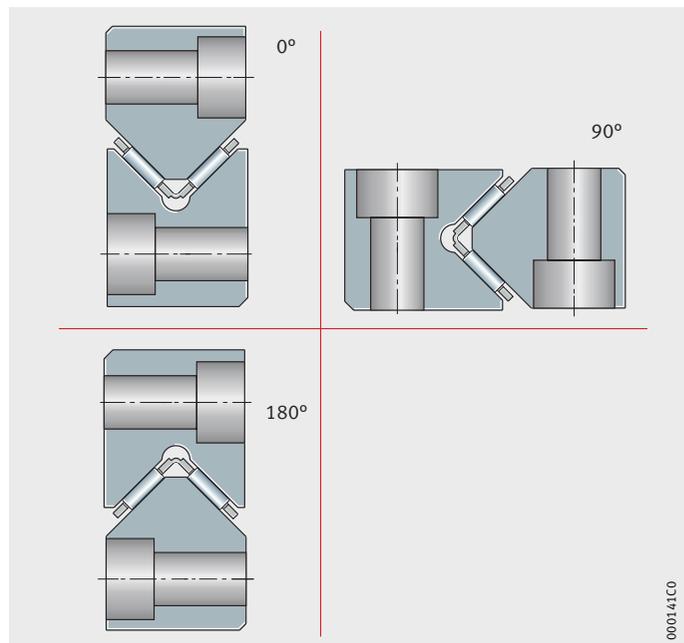
Bevorzugt werden sollten die Schmieröltypen CLP nach DIN 51 517 und HLP nach DIN 51 524.

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

Empfohlen wird Ölimpuls- 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, *Bild 1*.



*Bild 1*

Einbaulage für Flachkäfigführungen

# Schmierung

## Verträglichkeit

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



Die Öle sind grundsätzlich nur unter dynamischer Beanspruchung und bei Betriebstemperatur, auf Verträglichkeit zu prüfen!

Im Zweifel beim Schmieröl-Hersteller oder bei der Schaeffler Gruppe rückfragen!

## Mischbarkeit

Schmieröle auf Mineralölbasis und mit gleicher Klassifikation sind miteinander mischbar. Die Viskositäten sollten sich aber höchstens um eine ISO-VG-Klasse unterscheiden.



Die Synthese-Öle grundsätzlich auf Verträglichkeit prüfen! Auch die Verträglichkeit mit Betriebshilfsstoffen (zum Beispiel Kühlschmierung) muss geprüft werden!

Im Zweifel beim Schmieröl-Hersteller rückfragen!

## Inbetriebnahme

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



- 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 51 825 empfohlen.
- Mischbarkeit** Fette können gemischt werden, wenn:
- sie die gleiche Grundölbasis haben
  - der Verdickertyp übereinstimmt
  - die Grundölviskositäten ähnlich sind, das heißt, nicht weiter auseinander liegen als eine ISO-VG-Klasse
  - die Konsistenz (NLGI-Klasse) übereinstimmt.
- In Zweifelsfällen bitte beim Schmierstoffhersteller rückfragen.
- Lagerfähigkeit** Schmierfette auf Mineralölbasis lassen sich erfahrungsgemäß bis zu drei Jahre lagern.
- Dabei gelten folgende Bedingungen:
- umschlossener Raum (Lagerraum)
  - 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.

# Schmierung

## Inbetriebnahme und Erstbefettungsmenge Ohne Nachschmiereinrichtung

Die Erstbefettungsmenge nach Tabelle 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.

## 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, siehe Tabelle.

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

## Erstbefettungsmengen

Flachkäfig Baureihe	Erstbefettungsmenge g/100 mm Käfiglänge <sup>1)</sup>
HW10	0,2 bis 0,6
HW15 <sup>2)</sup> / FFW2025 / FFW2025ZW	0,2 bis 0,6
HW20 <sup>2)</sup> / FFW2535 / FFW2535ZW	0,2 bis 1
HW25 <sup>2)</sup> / FFW3045 / FFW3045ZW	0,3 bis 1,3
HW30 <sup>2)</sup> / FFW3555 / FFW3555ZW	0,3 bis 2,1
HRW08	0,2 bis 0,6
HRW50	0,2 bis 1,5
HRW70	0,2 bis 3,5
HRW100	0,2 bis 6,6
H10 <sup>2)</sup>	0,1 bis 0,3
H15 <sup>2)</sup>	0,1 bis 0,5
H20 <sup>2)</sup>	0,2 bis 0,7
H25 <sup>2)</sup>	0,2 bis 1,1
FF2010	0,1 bis 0,3
FF2515	0,1 bis 0,5
FF3020	0,2 bis 0,7
FF3525	0,2 bis 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.



# Schmierung

## Ermitteln der Schmierfristen

### Grundschieferfrist

Die Grundschieferfrist  $t_f$  gilt unter folgenden Bedingungen, *Bild 2*:

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

### Geschwindigkeitskennwert

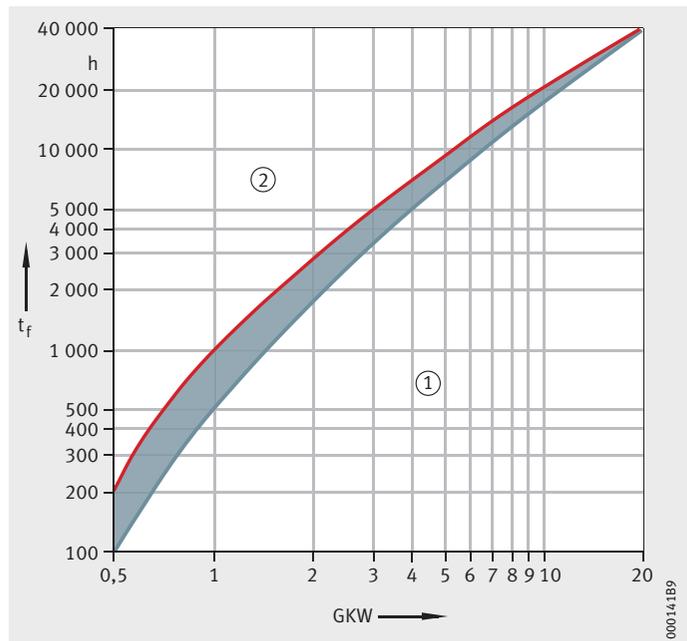
Der Geschwindigkeitskennwert ist nach folgender Formel definiert:

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

GKW – Geschwindigkeitskennwert, *Bild 2*  
 $K_{LF}$  – Lagerfaktor, siehe Tabelle  
 $\bar{v}$  – Mittlere Verfahrgeschwindigkeit, m/min

### Lagerfaktor

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



- ① Nachschmierung möglich
  - ② Neubefettung erforderlich
- $t_f$  = Grundschieferfrist  
 GKW = Geschwindigkeitskennwert

*Bild 2*  
 Bestimmung der Grundschieferfrist



**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:

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

$t_{fR}$  h  
Nachschmierfrist in Betriebsstunden (Richtwert)

$t_f$  h  
Grundschieferfrist in Betriebsstunden, *Bild 2*, Seite 50

$K_p, K_W, K_U$  –  
Korrekturfaktoren für Belastung, Hub und Umgebungseinfluss, siehe Seite 52 und Seite 53.

# Schmierung

## Korrekturfaktoren

Korrekturfaktor für die Belastung

Der Korrekturfaktor  $K_P$  berücksichtigt die Beanspruchung des Fetts bei einem Belastungsverhältnis von  $C_0/P < 20$ , Bild 3.



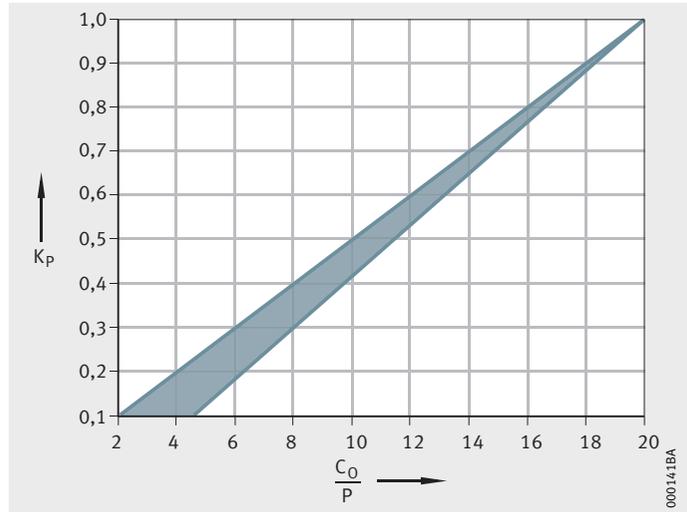
Die Faktoren gelten nur für hochwertiges Lithiumseifenfett!  
Die Vorspannung ist zu berücksichtigen!

$C_0/P$  = Belastungsverhältnis  
 $K_P$  = Korrekturfaktor Belastung

Bild 3

Korrekturfaktor  $K_P$

Korrekturfaktor für den Hub

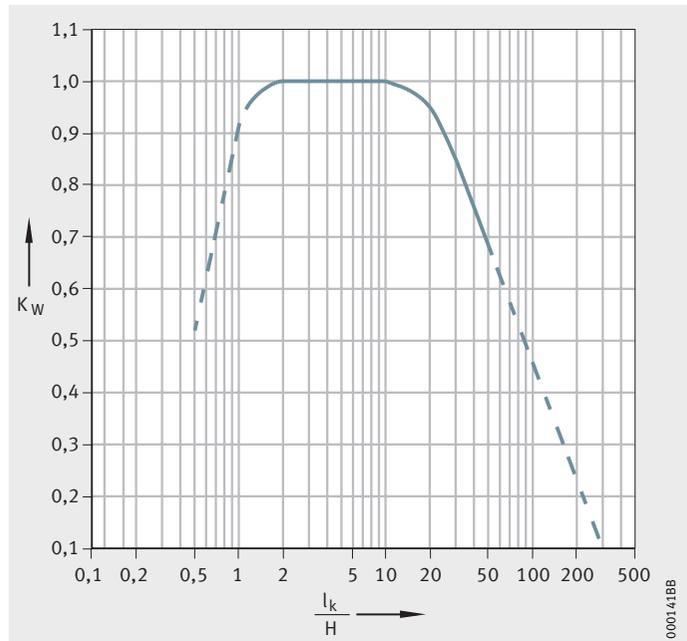


Der Korrekturfaktor  $K_W$  berücksichtigt den zu schmierenden Verschiebeweg, Bild 4. Er hängt vom Hubverhältnis ab.

$K_W$  = Korrekturfaktor Hub  
 $l_k/H$  = Hubverhältnis

Bild 4

Korrekturfaktor  $K_W$





**Hubverhältnis** Das Hubverhältnis ist nach folgender Formel definiert:

$$\text{Hubverhältnis} = \frac{l_k}{H}$$

$l_k$  mm

Länge des Käfigs

H mm

Abstand der Hub-Extremlagen.

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

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

Korrekturfaktor für die Umgebung

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



Diese Einflüsse beanspruchen das Schmierfett zusätzlich! Dringt Kühlschmierstoff oder Feuchtigkeit ein, wird jede Berechnung gegenstandslos!

**Korrekturfaktor**

Umgebungseinflüsse	Korrekturfaktor $K_U$
gering	1
mittel	0,8
stark	0,5

# 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- 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.



# Anwendungsgrenzen

## Beschleunigung

Die zulässige Beschleunigung der Flachkäfigführungen ist von folgenden Faktoren abhängig:

- Belastung
- Schmierung
- Genauigkeit beim Einbau.

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  $250 \text{ m/s}^2$  und für Geschwindigkeiten bis  $15 \text{ m/s}$  geeignet.

Ab Beschleunigungen über  $100 \text{ m/s}^2$  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.

## Betriebstemperaturen

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

Führungsschienen, die dauernd mit höheren Temperaturen betrieben werden, müssen maßstabiliert sein.

In diesem Fall bitte bei der Schaeffler Gruppe rückfragen.

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.

# Gestaltung der Lagerung

## Einbauanordnungen

Flachkäfigführungen können offen oder geschlossen angeordnet werden.

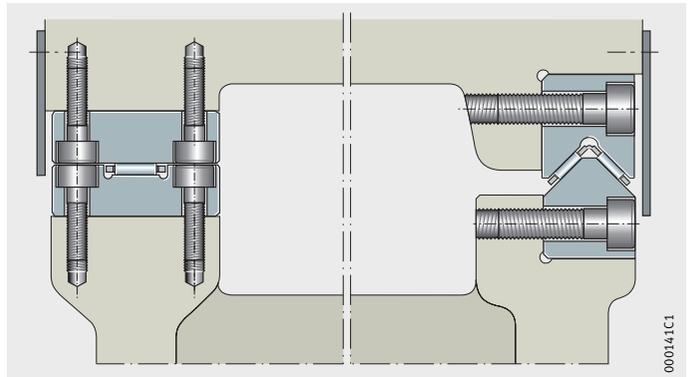
### Offene Anordnung

Die offene Anordnung ist eine Fest-/Loslagerung.

Sie umfasst folgende Komponenten, *Bild 1*:

- eine M- und V-Führungsschiene mit dem dazugehörigen Winkel-Flachkäfig
- eine J- und S-Führungsschiene mit dem dazugehörigen Flachkäfig.

Diese Anordnung wird hauptsächlich für Anwendungen mit zentrisch und senkrecht zur Führungsebene wirkenden Belastungen und großer Führungsbasis eingesetzt und ist sehr montagefreundlich.



*Bild 1*  
Offene Anordnung M/V, J/S

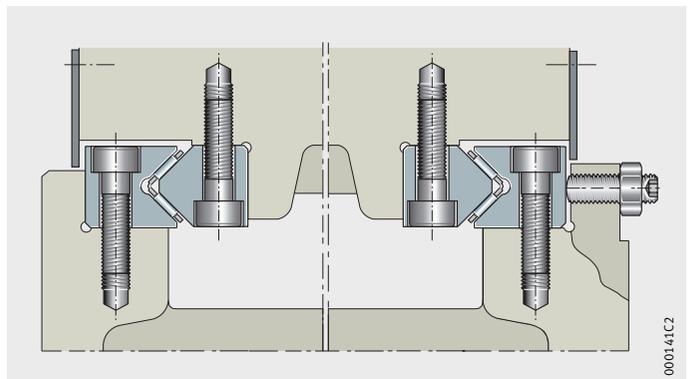
### Geschlossene Anordnung

Diese geschlossene Anordnung ist eine Fest-/Festlagerung.

Sie umfasst folgende Komponenten, *Bild 2*:

- jeweils zwei M- 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, siehe Seite 36.



*Bild 2*  
Geschlossene Anordnung M/V



## Geschlossene Anordnung

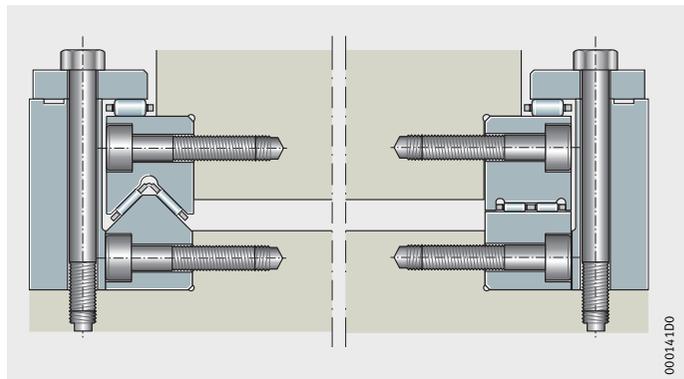
Die geschlossene Anordnung LUE ist eine Fest-/Festlagerung.

Sie umfasst folgende Komponenten, *Bild 3*:

- eine M- und V-Führungsschiene
- eine J- und S-Führungsschiene
- die jeweiligen Flachkäfige
- die darauf abgestimmten Umgriffe.

Diese Anordnung wird für Anwendungen mit beliebigen Lastrichtungen und Momentbelastungen bei höchsten Genauigkeitsanforderungen eingesetzt.

Sie ist in sich vorgespannt und nimmt Wärmedehnungen der Anschlusskonstruktion verspannungsfrei auf.



*Bild 3*  
Geschlossene Anordnung LUE

# Gestaltung der Lagerung

## Bestimmung der Länge

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.

## Nach technischen Anforderungen Länge der Käfige

Tragfähigkeit und Steifigkeit der Führung werden durch die Käfiggröße und Käfiglänge bestimmt.

Bei zentrischer Belastung können Größe und 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  $l_k \geq 1,5 H$   
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.

## 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, *Bild 4*, Seite 59.
- 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, *Bild 5*, Seite 60.



### Führungsschiene ohne Abstreifer

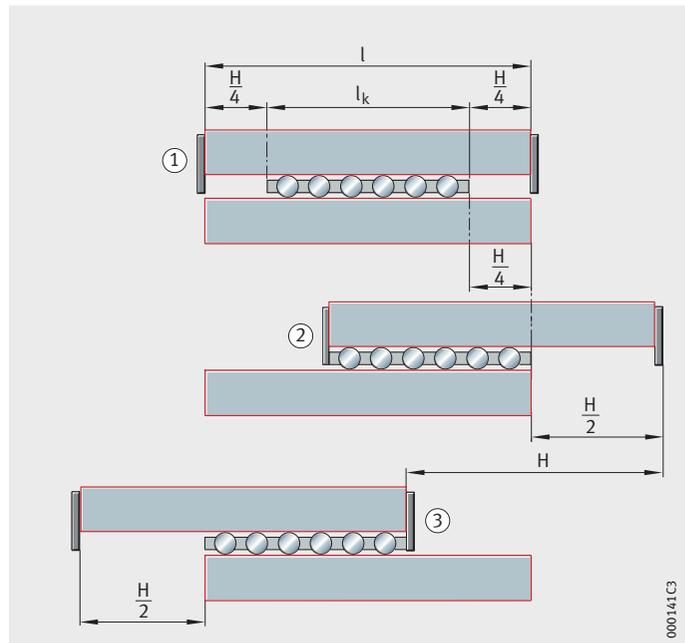
Länge der Käfige, nach technischen Anforderungen, *Bild 4*.

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

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

- ① Mittelstellung
- ② Rechte Endstellung
- ③ Linke Endstellung

*Bild 4*  
Bewegung von  
Führungsschiene und Käfig



# Gestaltung der Lagerung

## Führungsschiene mit Abstreifer

Länge der Käfige, nach technischen Anforderungen, *Bild 5*:

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

$l_A$  mm

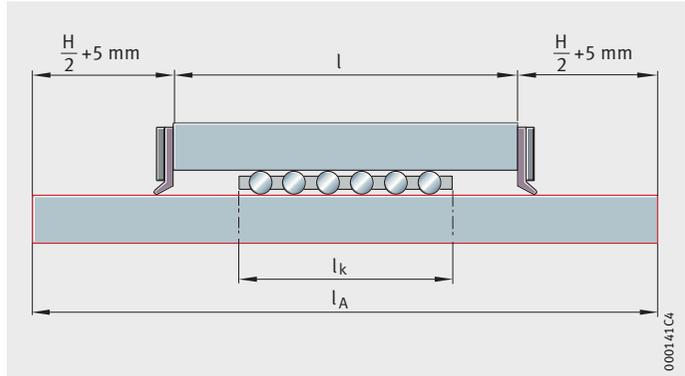
Länge der Führungsschiene mit Räumweg für Abstreifer

$l_k$  mm

Länge des Käfigs

$H$  mm

Abstand der Hub-Extremlagen.



*Bild 5*  
Länge der Führungsschiene  
mit Abstreifen



## Nach konstruktiven Gegebenheiten

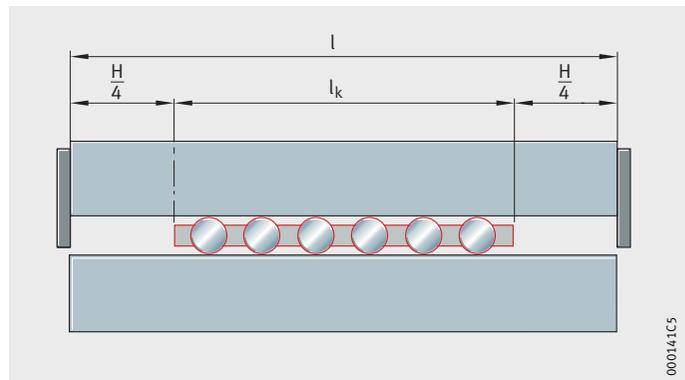
Häufig ist die maximal möglichen Schienenlänge  $l_A$  und der Hub  $H$  konstruktiv vorgegeben. Damit ist die kinematisch mögliche Länge des Käfigs  $l_k$  mit folgenden Formeln bestimmbar.

### Führungen ohne Abstreifer

Kinematisch mögliche Länge des Käfigs, *Bild 6*:

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

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



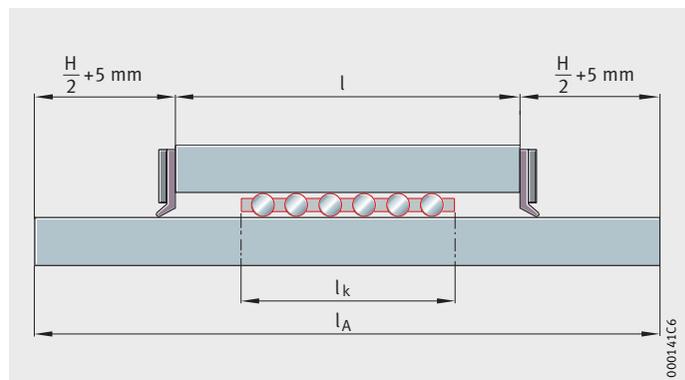
*Bild 6*  
Käfiglänge bei Schienen ohne Abstreifer

### Führungen mit Abstreifer

Kinematisch mögliche Länge des Käfigs, *Bild 7*:

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

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



*Bild 7*  
Käfiglänge bei Schienen mit Abstreifern

# Gestaltung der Lagerung

## Endstücke und Abstreifer

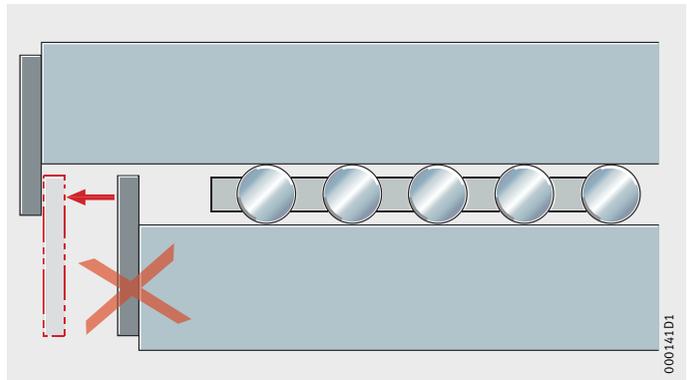
Endstücke oder Abstreifer halten den Käfig in den Hubendlagen in seiner Sollposition.

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



Kollisionsgefahr! Die Anordnung von Endstücken oder Abstreifern auf beiden Führungsschienen ist nicht zulässig, *Bild 8!*

Unter besonderen Betriebsbedingungen, wie zum Beispiel bei wechselnden, aber über längere Zeiträume jeweils gleichbleibenden Hublängen oder Extrembelastungen in den Hubendlagen, können die normalen Endstücke die Funktion der Käfigpositionierung nicht mehr erfüllen. Mit integrierter Zwangsführung des Käfigs lassen sich auch solche Anwendungsfälle beherrschen, siehe Seite 108.



*Bild 8*  
Unzulässige Anordnung  
von Endstücken oder Abstreifern

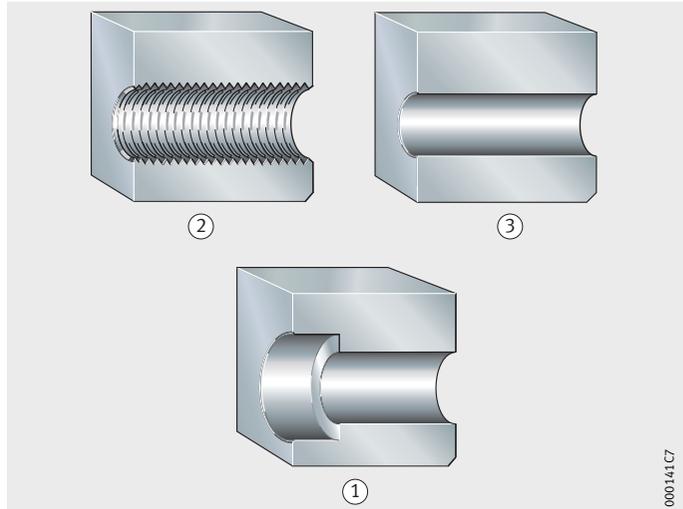


## Befestigung der Führungsschienen Bohrungstypen

Führungsschienen werden mit Befestigungsschrauben an die Anschlusskonstruktion geschraubt. Dabei sind verschiedene Bohrungstypen der Schienen möglich. Die Ausführung des Bohrbilds ist symmetrisch oder unsymmetrisch wählbar, *Bild 9*.

- ① Bohrungstyp B15
- ② Bohrungstyp B03
- ③ Bohrungstyp B10

*Bild 9*  
Bohrungstypen



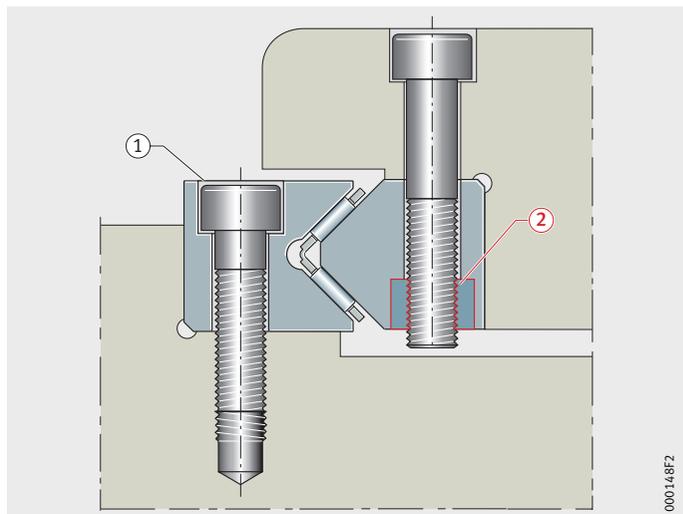
000141C7

## Einsatzmuttern

Bevorratete Führungsschienen der Baureihen V und M in Normlängen haben den Bohrungstyp B15. Durch den Einbau von Einsatzmuttern ESM können diese Schienen analog zum Bohrungstyp B03 verschraubt werden. Die Einsatzmutter müssen getrennt bestellt werden. Sie liegen bei der Lieferung lose bei und müssen in die Senkung eingeklebt werden, *Bild 10*.

- ① Bohrungstyp B15
- ② Bohrungstyp B15 mit ESM

*Bild 10*  
Befestigung der M-/V-Schienen



000148F2

# Gestaltung der Lagerung

## Bohrbilder der Führungsschienen

Ohne besondere Angabe haben die Führungsschienen ein symmetrisches Bohrbild, *Bild 11*.

Auf Wunsch ist auch ein unsymmetrisches Bohrbild möglich. Dabei muss  $a_L \geq a_{L \min}$  und  $a_R \geq a_{R \min}$  sein, *Bild 11*.

Bei symmetrischem Bohrbild entspricht  $a_L = a_R$ , bei unsymmetrischem Bohrbild ist  $a_L \neq a_R$ .

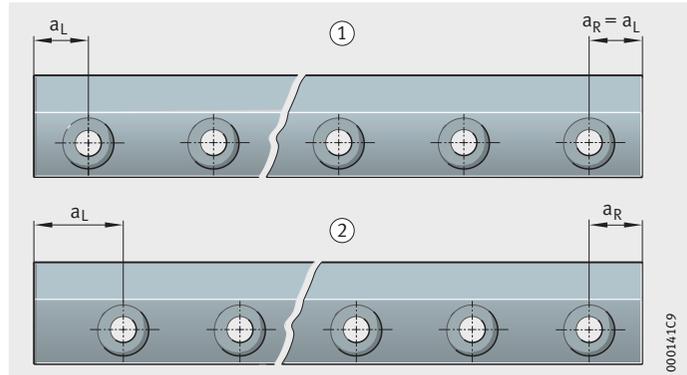
Die Lage von  $a_L$  ist vom Bohrbild abhängig, *Bild 12*.

Die Lage des Abstands von  $a_L$  muss beachtet werden!



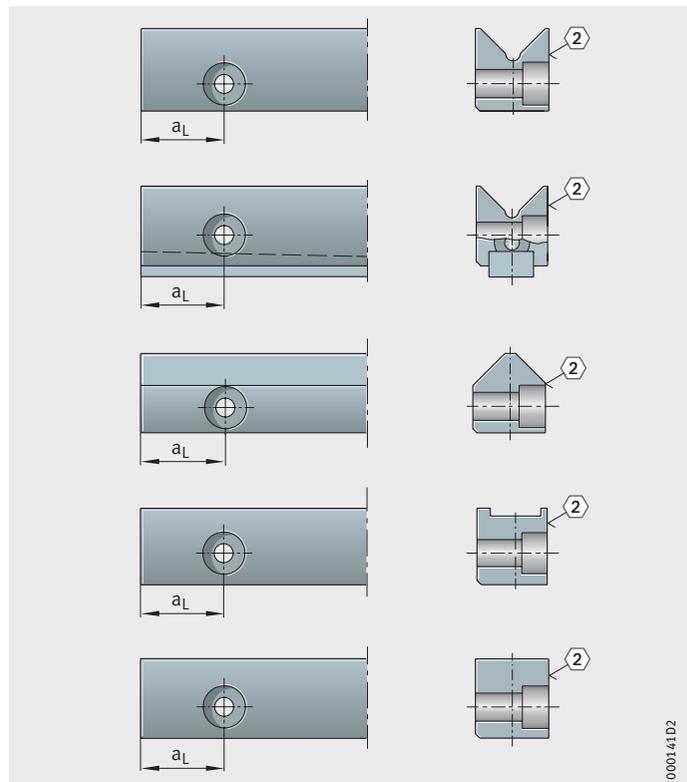
- ① Symmetrisches Bohrbild
- ② Unsymmetrisches Bohrbild

*Bild 11*  
Bohrbilder



- ② Beschriftung

*Bild 12*  
Lage der ersten Bohrung





### Maximale Anzahl der Teilungen

Die Anzahl der Teilungen ist der abgerundete ganzzahlige Anteil von:

$$n = \frac{l - (2 \cdot a_{L \min})}{j_L}$$

Für die Abstände  $a_L$  und  $a_R$  gilt allgemein:

$$a_L + a_R = l - n \cdot j_L$$

Bei Führungsschienen mit symmetrischem Bohrbild gilt:

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

Anzahl der Bohrungen:

$$x = n + 1$$

- $a_L, a_R$  mm  
Abstand Schienenanfang oder Schienenende zur nächsten Bohrung
- $a_{L \min}, a_{R \min}$  mm  
Mindestwert für  $a_L, a_R$
- $j_L$  mm  
Abstand der Bohrungen zueinander
- $l$  mm  
Schienenlänge
- $n$  –  
maximal mögliche Anzahl der Teilungen
- $x$  –  
Anzahl der Bohrungen.



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

### Anforderung an die Umgebungskonstruktion

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

### Form- und Lagegenauigkeit der Anschlussflächen

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



Auflageflächen der Führungsschienen sollen feingeschliffen werden!

Um Auflagefehler zu vermeiden, sind die Bohrungen sorgfältig zu entgraten!

### Parallelität und Rechtwinkligkeit

Parallelitätsfehler der Auflageflächen sollten nicht größer sein als die der entsprechenden Führungsschienen. Bei Anschlussstellen für M- und V-Schienen müssen die Auflage- und Rückenflächen rechtwinklig zueinander bearbeitet werden.



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

# Gestaltung der Lagerung

## Höhenunterschied $\Delta H$

Für eine gleichmäßige Lastverteilung über die Länge der Wälzkörper darf der Höhenunterschied  $\Delta H$  nicht überschritten werden, *Bild 13* und *Bild 14*.

Bei offener Anordnung kann der Höhenunterschied  $\Delta H$  mit einer Zwischenlage auf der Loslagerseite abgestimmt oder mit der Keilschiene ML auf der Festlagerseite eingestellt werden, *Bild 13* und *Bild 14*.

Zulässiger Höhenunterschied bei Nadelrollen-Flachkäfigen:

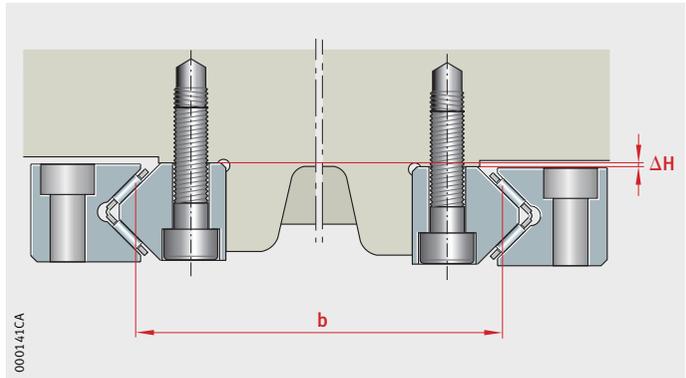
$$\Delta H < 0,1 \cdot b$$

Zulässiger Höhenunterschied bei Zylinderrollen-Flachkäfigen:

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

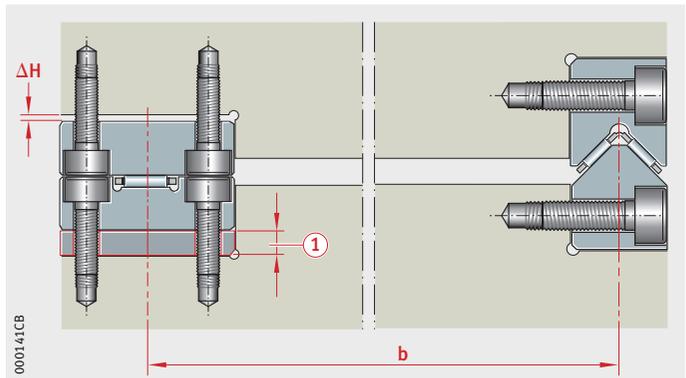
$\Delta H$   $\mu\text{m}$   
Zulässiger Höhenunterschied  
 $b$   $\text{mm}$   
Führungsabstand.

*Bild 13*  
Höhenunterschied  
bei geschlossener Ausführung



① Zwischenlage

*Bild 14*  
Abstimmung  
des Höhenunterschieds  
bei offener Ausführung





# 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.

## Lieferaufführung

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.

## Aufbewahrung

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

## Entnahme 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.

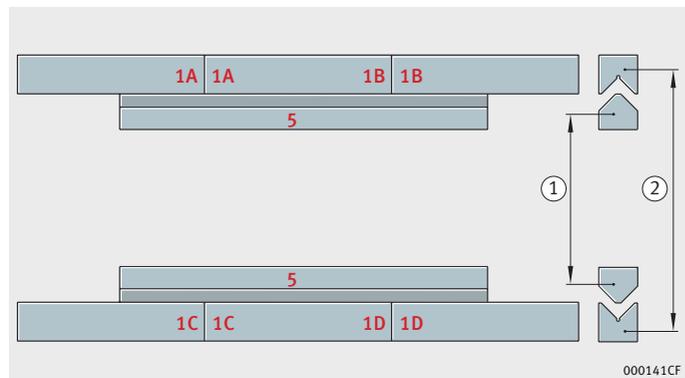
Zusammensortierte Schienen werden satzweise geliefert.

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, *Bild 1*.

- ① Paar 1
- ② Paar 2

*Bild 1*  
Kennzeichnung ein- und mehrteiliger Führungsschienen



## Metall-Flachkäfige



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

# Einbau

## Geschlossene Anordnung



Paarweise verpackte und gleich nummerierte Führungsschienen nur in gleicher Führungseinheit montieren!

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

Führungsschienen vor dem Festschrauben gegen die Rückenauflage spannen!

## Montage

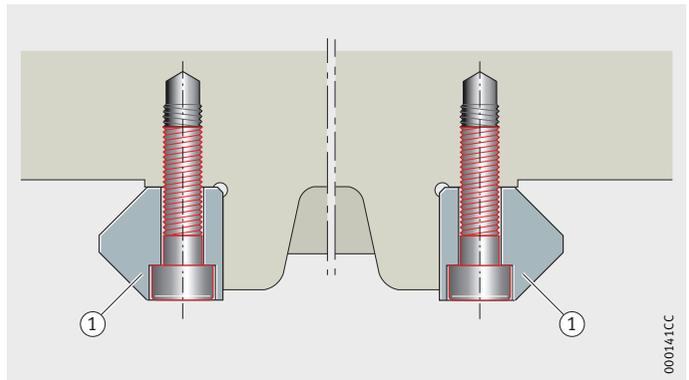


Reihenfolge der Arbeitsschritte einhalten!

- Festes Führungsschienenpaar ① am Tisch festschrauben, *Bild 2!*

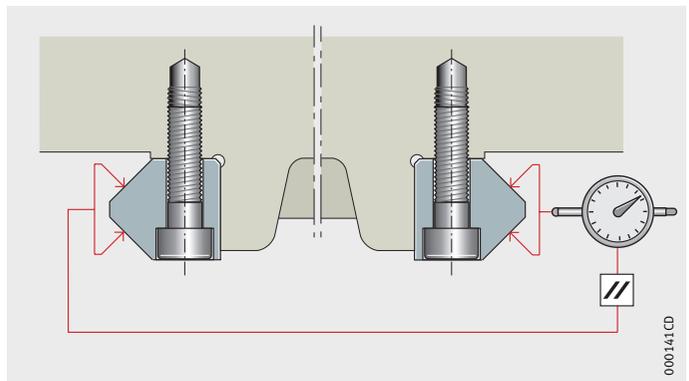
① Führungsschienenpaar

*Bild 2*  
Führungsschienenpaar montieren



- Führungsschienenpaar auf Parallelität kontrollieren, *Bild 3.*

*Bild 3*  
Parallelität kontrollieren

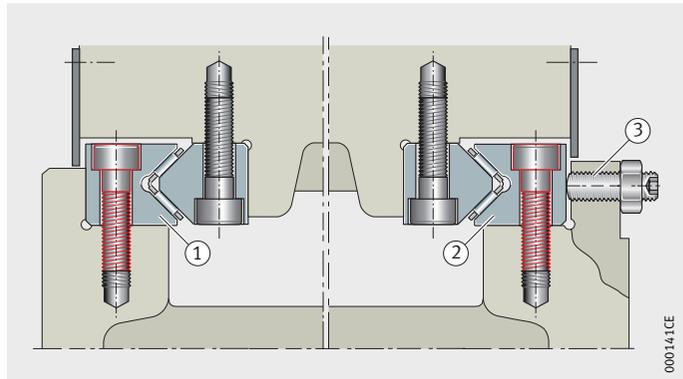




- Feste Gegenführungsschiene ① montieren, *Bild 4*
- Zustellführungsschiene ② montieren. Befestigungsschrauben nicht festziehen, damit die Schiene zugestellt werden kann
- Führung in Längsrichtung einschieben
- Käfige zwischen die Führungsschienen schieben und genau positionieren
- Zustellführungsschiene ② mit Druckschrauben ③ (oder mit Zustellkeil, siehe Seite 70) auf das ca. 2-fache des gewünschten Werts vorspannen und wieder entspannen (Vorwegnahme von Setzerscheinungen).

- ① Gegenführungsschiene
- ② Zustellführungsschiene
- ③ Druckschraube

*Bild 4*  
Geschlossene Anordnung montieren



- Vorspannung auf gewünschten Wert einstellen
- Befestigungsschrauben festziehen
- Abstreifer und Endstücke montieren.
- Druckschrauben in zwei Stufen mit dem notwendigen Anziehdrehmoment festziehen
- Druckschrauben mit Kontermutter oder Schraubensicherung sichern.

### Vorspannen mit Druckschrauben

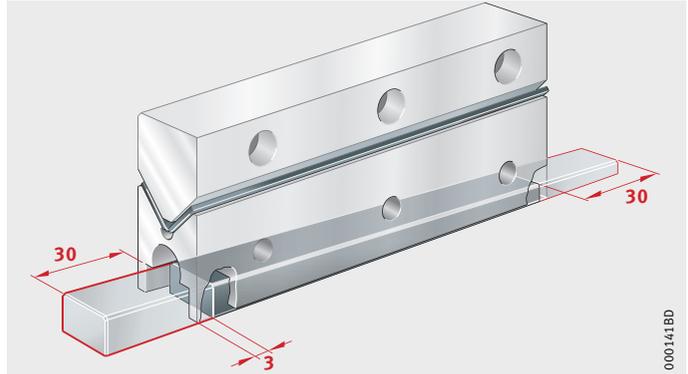


Bewegliches Teil so verschieben, dass die jeweilige Druckschraube beim Festziehen immer durch den Flachkäfig unterstützt wird!

# Einbau

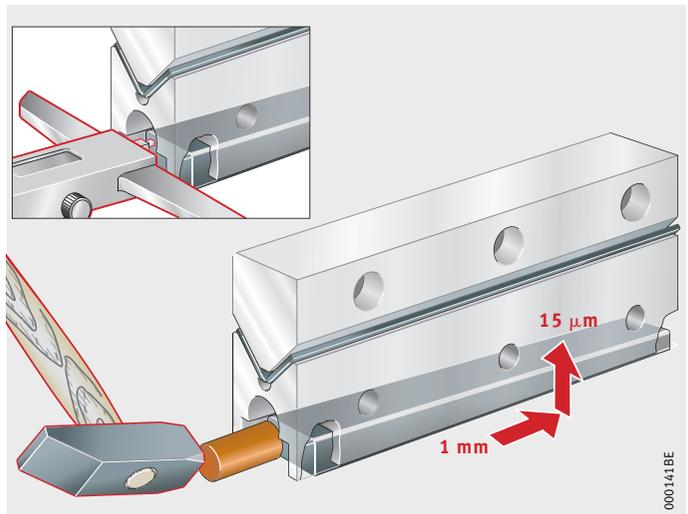
## Vorspannen mit Zustellkeil

- Ungehärteten, geschliffenen Keil unter die Führungsschiene ML schieben und Führung spielfrei einstellen, *Bild 5*. Der Keil ragt auf beiden Seiten der Schiene etwa 30 mm heraus
- Keil auf der Zustellseite der Führungsschiene so kürzen, dass er circa 3 mm gegenüber der Stirnseite der Führungsschiene zurücksteht
- Keil auf der gegenüberliegenden Seite so kürzen, dass er mit dem Schienenende bündig abschließt.



*Bild 5*  
Keil einsetzen und kürzen

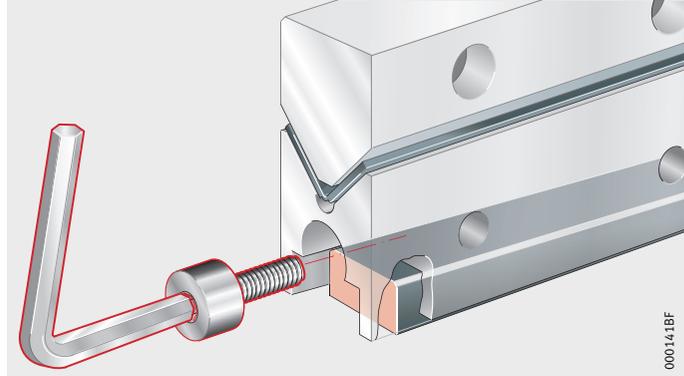
- Keil zum Vorspannen mit einem Kupferbolzen und leichten Hammerschlägen eintreiben, *Bild 6*. Wird der Keil um 1 mm verschoben, verändert sich die Zustellung um  $15 \mu\text{m}$
- Vorspannung prüfen.



*Bild 6*  
System vorspannen



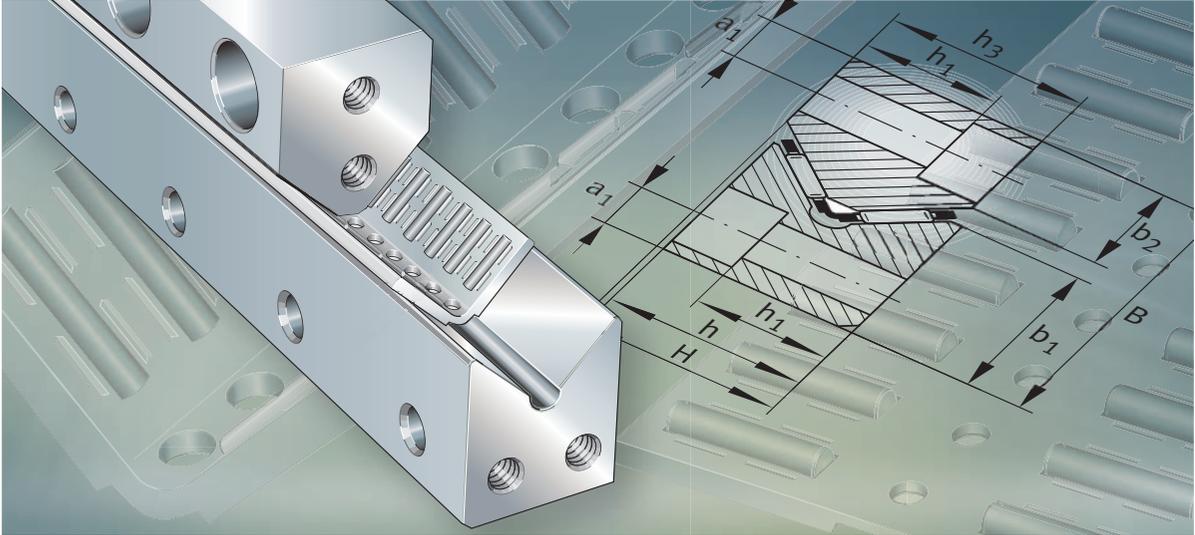
- Nach dem Einstellen die Position des Keils mit der Innensechskantschraube auf der Stirnseite der Führungsschiene fixieren, *Bild 7*.



*Bild 7*  
Einstellung fixieren

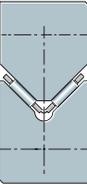
**Offene Anordnung**

Die Montage wird analog zur geschlossenen Anordnung durchgeführt. Die Reihenfolge der Montageschritte muss hier nicht eingehalten werden.



# M- und V-Führungsschienen

mit Winkel-Flachkäfig



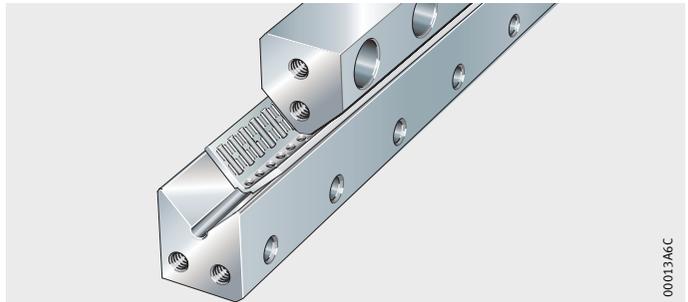
## M- und V-Führungsschienen

	Seite
<b>Produktübersicht</b>	M- und V-Führungsschienen..... 74
<b>Merkmale</b>	Lineare Festlager ..... 75
	Führungsschienen ..... 75
	Winkel-Flachkäfige ..... 76
	Betriebstemperatur ..... 76
	Zubehör ..... 77
	Ausführungsvarianten ..... 78
	Nachsetzzeichen ..... 78
<b>Konstruktions- und Sicherheitshinweise</b>	Geschlossene Anordnung ..... 79
	Eingeengte Toleranz bei Führungsschienen ..... 79
<b>Genauigkeit</b>	Qualitätsklassen ..... 80
	Positionstoleranzen..... 81
<b>Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung</b>	Ausstattung für vier Achsen ..... 82
<b>Maßtabellen</b>	M- und V-Führungsschienen..... 84
	Endstücke ..... 86
	Abstreifer ..... 87
	Einsatzmutter ..... 88

# Produktübersicht M- und V-Führungsschienen

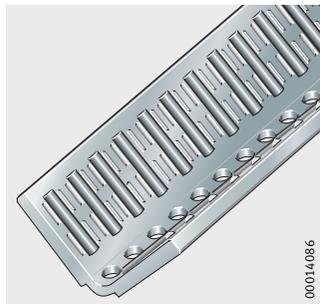
**Flachkäfigführung  
mit Winkel-Flachkäfig**

**M/V**

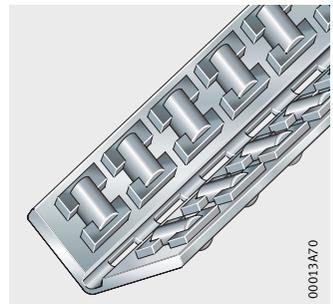


**Winkel-Flachkäfige  
Nadelrollen-Flachkäfig  
Zylinderrollen-Flachkäfig**

**FFW, HW**

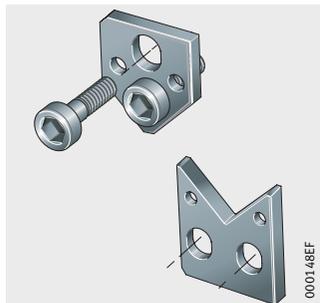


**HRW**

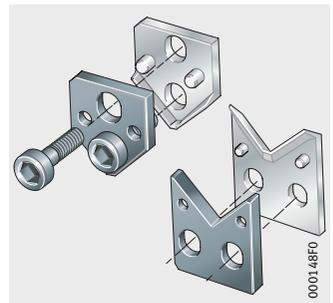


**Zubehör  
Endstücke  
Abstreifer**

**EM, EV**

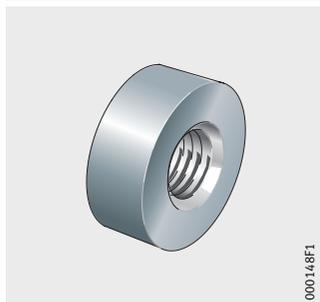


**EAM, EAV**

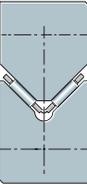


**Einsatzmutter**

**ESM**



# M- und V-Führungsschienen



<b>Merkmale</b>	Diese 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 Nadel- oder Zylinderrollen.
<b>Lineare Festlager</b>	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.
<b>Führungsschienen</b>	Die Führungsschienen sind aus durchgehärtetem Stahl gefertigt und haben feingeschliffene Laufbahnen und Auflageflächen. Ihre Härte beträgt mindestens 670 HV.
<b>Befestigungsbohrungen</b>	<p>Unterschiedliche Bohrungstypen (B03, B10, B15) ermöglichen flexible Befestigungslösungen. Standard ist der Bohrungstyp B15, siehe Maßtabelle, Seite 85.</p> <p>Die Lage der ersten und letzten Befestigungsbohrung <math>a_L</math> und <math>a_R</math> hängt von der Schienenlänge ab und ist an beiden Enden einer Schiene gleich groß, siehe Bohrbilder der Führungsschienen, Seite 64.</p> <p>Serienmäßige Gewindebohrungen an den Stirnseiten dienen zur Fixierung der Endstücke oder Abstreifer.</p>
<b>Konstruktionslängen</b>	<p>Die Schienen sind flexibel bis zur maximalen Standard-Fertigungslänge von 1 500 mm einteilig lieferbar.</p> <p>Führungsschienen über der angegebenen Maximallänge werden mehrteilig geliefert. Für mehrteilige Schienen ist die Gesamtlänge bei der Bestellung anzugeben. Einteilige Überlängen sind auf Anfrage lieferbar.</p>

# M- und V-Führungsschienen

## Winkel-Flachkäfige

Die Winkel-Flachkäfige sind zweireihig, ihre Schenkel rechtwinklig zueinander angeordnet.

### Wälzkörper

Für die eingesetzten Nadel- und Zylinderrollen wird durchgehärteter Wälzlagerstahl nach DIN 17 230 verwendet. Die Härte der Wälzkörper ist mindestens 670 HV, ihre Güteklasse G2.

Die Nadelrollen sind nach DIN 5 402-3, ISO 3 096-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.

Die Abmessungen und Toleranzen der Zylinderrollen entsprechen DIN 5 402-1.

### Käfigwerkstoffe

Als Käfigwerkstoffe werden 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.

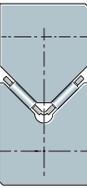
## Betriebstemperatur

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!



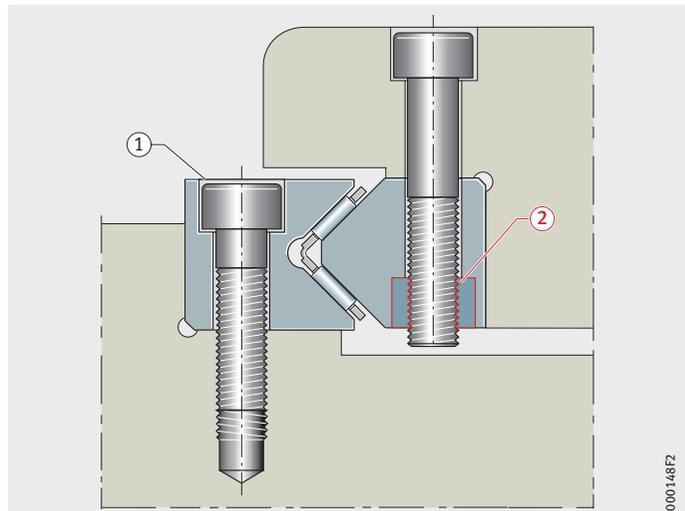
**Zubehör** Funktionales Zubehör sowie Längsdichtleisten zum Schutz des Wälzsystems komplettieren die Führungen, siehe Maßtabelle. Längsdichtleisten, siehe Sonderausführung, Seite 78.

**Endstücke** Endstücke EM und EV sind aus Stahl und werden mit Befestigungsschrauben geliefert. Sie verhindern, dass der Käfig aus der Belastungszone wandert.

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

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

**Einsatzmutter** Einsatzmuttern ESM ermöglichen den Umbau des Bohrungstyps B15 (Senklochbohrung) zu einer Bohrung mit Gewinde, *Bild 1*.



- ① Bohrungstyp B15
- ② Einsatzmutter ESM

*Bild 1*  
Bohrung mit Einsatzmutter

000148FZ

# M- und V-Führungsschienen

## Ausführungsvarianten

Lieferbar sind:

- Führungsschienen mit eingengerter Toleranz (Nachsetzzeichen US)
- Protect A: Dünnschichtverchromte Führungsschienen für den Verschleiß- und Korrosionsschutz (Nachsetzzeichen KD)
- Protect B: Dünnschichtverchromte Führungsschienen für hohen Korrosions- und Verschleißschutz (Nachsetzzeichen KDC)
- 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).

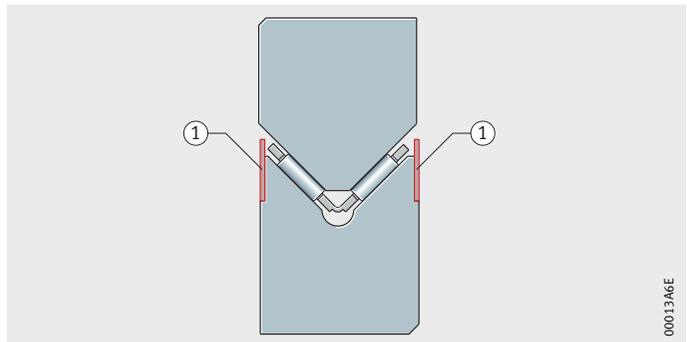
## Sonderausführung

Nur auf Anfrage lieferbar:

- Führungsschienen mit Längsdichtleisten (Spalt- oder Lippen-dichtungen), *Bild 2*.

① Längsdichtleisten

*Bild 2*  
Ausführung mit Längsdichtleisten



## Nachsetzzeichen

Nachsetzzeichen der lieferbaren Varianten, siehe Tabelle.

## Lieferbare Varianten

Nachsetzzeichen	Beschreibung
E1	Schienen ohne Bohrungen an den Stirnseiten
E1L	Linke Stirnseite der Schienen ohne Bohrungen
E1R	Rechte Stirnseite der Schienen ohne Bohrungen
E2	Laufbahneinläufe am Schienenende
KD	Beschichtung für Verschleiß- und Korrosionsschutz
KDC	Beschichtung für hohen Korrosions- und Verschleißschutz
US	Schienen mit eingengerter Toleranz $\pm 0,005$ für A <sub>1</sub> oder A <sub>2</sub>

## Konstruktions- und Sicherheitshinweise Geschlossene Anordnung

### Eingeengte Toleranz bei Führungsschienen

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

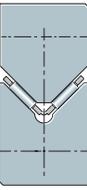
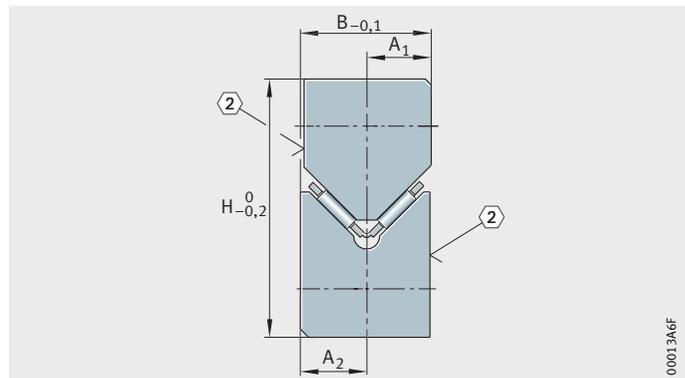
Schienen mit eingeengter Toleranz  $\pm 0,005$  für die Maße  $A_1$  oder  $A_2$  haben das Nachsetzzeichen US. Diese Schienen können bei normalen Ansprüchen an die Genauigkeit beliebig gepaart werden. Für höhere Ansprüche ist die Paarung nach der Kennzeichnung auf der Schiene möglich:

- Kennzeichnung US-1:
  - Abmaß  $A_1$  oder  $A_2$   $\begin{matrix} +0,005 \\ 0 \end{matrix}$
- Kennzeichnung US-2:
  - Abmaß  $A_1$  oder  $A_2$   $\begin{matrix} 0 \\ -0,005 \end{matrix}$

Die Standard-Toleranzen der Schienenprofile zeigt *Bild 3*.

② Beschriftung  
B = Einbaubreite ( $A_1 + A_2$ )  
H = Einbauhöhe

*Bild 3*  
Standard-Toleranzen  
der Schienenprofile

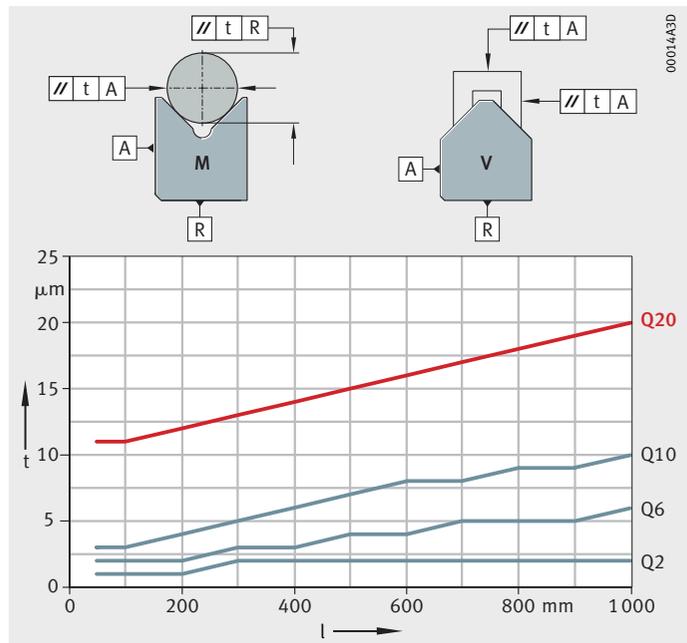


# M- und V-Führungsschienen

## Genauigkeit Qualitätsklassen

Die M- und V-Führungsschienen gibt es in den Qualitätsklassen Q2, Q6, Q10 und Q20, *Bild 4*:

- Q2 wird für höchste Anforderungen bei Präzisionsmaschinen eingesetzt. Diese Qualität ist nur dann anzuwenden, wenn auch die Umgebungsstruktur 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.



t = Zulässige Abweichung  
bei Differenzmessung  
l = Schienenlänge

*Bild 4*  
Qualitätsklassen  
der Führungsschienen



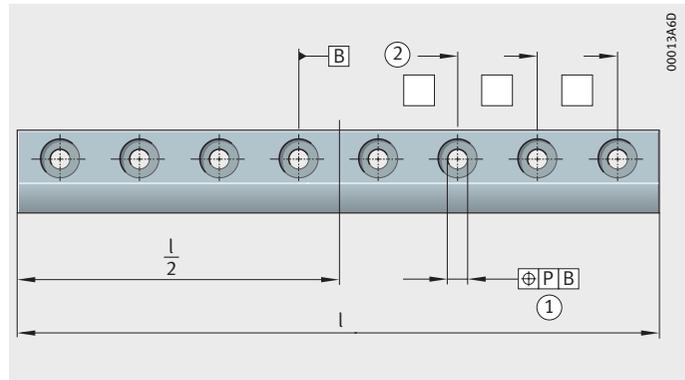
## Positionstoleranzen

In der Anschlusskonstruktion muss eine Positionstoleranz von  $\varnothing 0,2$  mm eingehalten werden, siehe Tabelle und *Bild 5*.

### Positionstoleranzen der Befestigungsbohrungen

M-Führungsschiene	Positionstoleranz P	Schiene­länge l mm
M3015	1,05	1 500
M4020	1,3	
M4525	1,3	
M5025	1,3	
M6035	1,8	
M6535	1,8	
M7040	2,3	
M8050	1,8	
M8550	1,8	

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



*Bild 5*  
Positionstoleranzen des Bohrbildes

# M- und V-Führungsschienen

## Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung Ausstattung für vier Achsen

■ Schienen für geschlossene Anordnung	S	M und V
■ Hub		90 mm
Profilgröße		5025
Bohrungstyp		B15
Länge der Schienen: M-Schiene	l	400 mm
V-Schiene	l	500 mm
Qualität der Schienen		Q6
Eingeengte Toleranz $\pm 0,005$ für A <sub>1</sub>		US
Einsatzmuttern für V-Schienen		ESM
Winkel-Flachkäfige aus Metall		HW
Länge des Flachkäfigs, siehe Ermittlung der Käfiglänge	l <sub>k</sub>	355 mm
Endstücke mit Abstreifer		EAM

### Ermittlung der Käfiglänge

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

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

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

$$l_k = 355 \text{ mm}$$

### Bestellbezeichnung

8×**M5025×400-B15-Q6-US**  
 8×**V5025×500-B15-Q6-US**  
 48×**ESM-M6**  
 8×**HW16×355**  
 16×**EAM5025**, Bild 6.

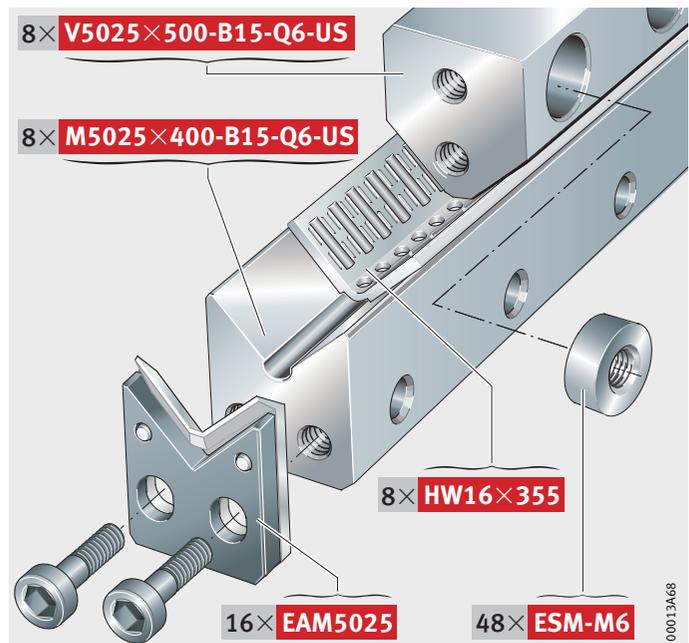
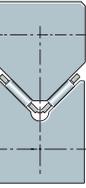
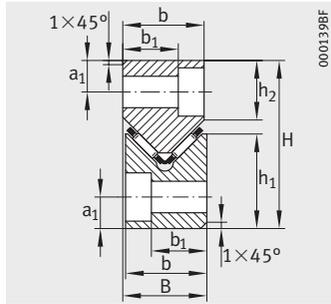


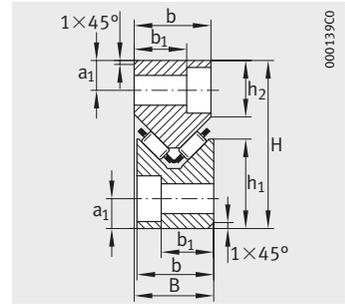
Bild 6  
Bestellbeispiel,  
Bestellbezeichnung



# M- und V-Führungsschienen mit Winkel-Flachkäfig



mit Nadelrollen-Flachkäfig



mit Zylinderrollen-Flachkäfig

## Maßtabelle · Abmessungen in mm

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

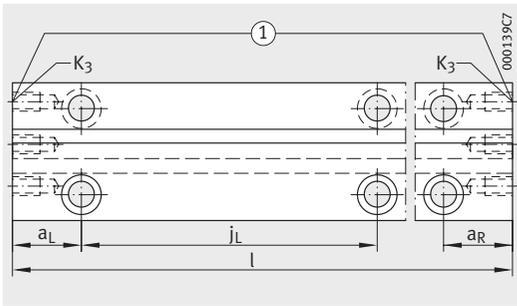
1) Überlängen auf Anfrage.

2) M3015 und V3015: Für l = 100 mm bis 109 mm ist j<sub>L</sub> = 35 mm (3 Bohrungen).  
Übrige Baugrößen: Für l < j<sub>L</sub> + a<sub>L min</sub> + a<sub>R min</sub> ist j<sub>L</sub> = 50 mm.

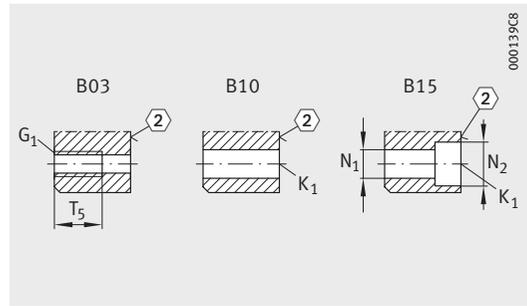
3) a<sub>L</sub> und a<sub>R</sub> sind von der Schienenlänge abhängig.  
Die Mindest-Werte dürfen nicht unterschritten werden.

4) Beschreibung, siehe Seite 77.

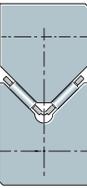
5) ① Bohrungen für Abstreifer, Endstück  
② Beschriftung



M- und V-Schiene  
① 5)



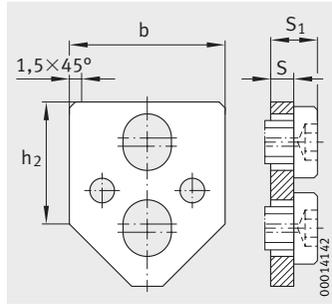
Bohrungstypen  
② 5)



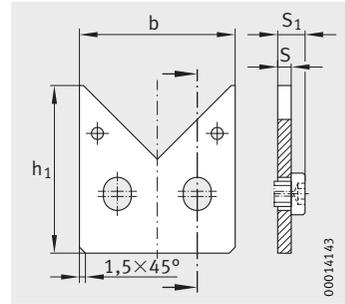
		Befestigungsschrauben		Winkel-Flachkäfige			Zubehör <sup>4)</sup>		
N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	K <sub>1</sub> DIN ISO 4 762-12.9	G <sub>1</sub>	Nadelrollenkäfig		Zylinderrollenkäfig	Endstücke		Einsatzmutter
				Kunststoff	Metall		ohne Abstreifer	mit Abstreifer	
5,25	8,5	M4	M3	-	HW10	-	EM3015	EAM3015	ESM-M4
							EV3015	EAV3015	
7,5	11,5	M6	M5	FFW2025	HW15	-	EM4020	EAM4020	ESM-M6
							EV4020	EAV4020	
7,5	11,5	M6	M6	-	-	HRW50	EM4525	EAM4525	ESM-M6
							EV4525	EAV4525	
7,5	11,5	M6	M6	FFW2025	HW16	-	EM5025	EAM5025	ESM-M6
							EV5025	EAV5025	
10	15	M8	M6	FFW2535	HW20	-	EM6035	EAM6035	ESM-M8
							EV6035	EAV6035	
10	15	M8	M6	-	-	HRW70	EM6535	EAM6535	ESM-M8
							EV6535	EAV6535	
12,5	18,5	M10	M6	FFW3045	HW25	-	EM7040	EAM7040	ESM-M10
							EV7040	EAV7040	
14	20	M12	M6	FFW3555	HW30	-	EM8050	EAM8050	ESM-M12
							EV8050	EAV8050	
14	20	M12	M6	-	-	HRW100	EM8550	EAM8550	ESM-M12
							EV8550	EAV8550	

# Endstücke

Baureihen EV, EM



EV



EM

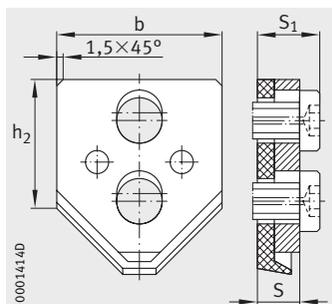
**Maßtabelle** · Abmessungen in mm

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

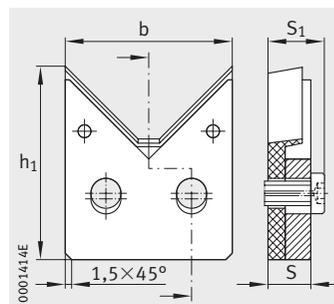
<sup>1)</sup> Die Endstücke werden mit Befestigungsschrauben nach DIN 7 984 geliefert.

# Abstreifer

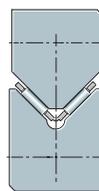
Baureihen EAV, EAM



EAV



EAM



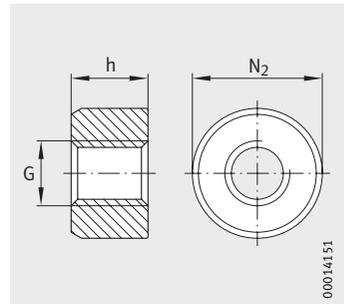
## Maßtabelle - Abmessungen in mm

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

<sup>1)</sup> Die Endstücke werden mit Befestigungsschrauben nach DIN 7 984 geliefert.

# Einsatzmutter

Baureihe ESM

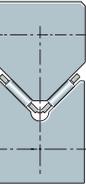


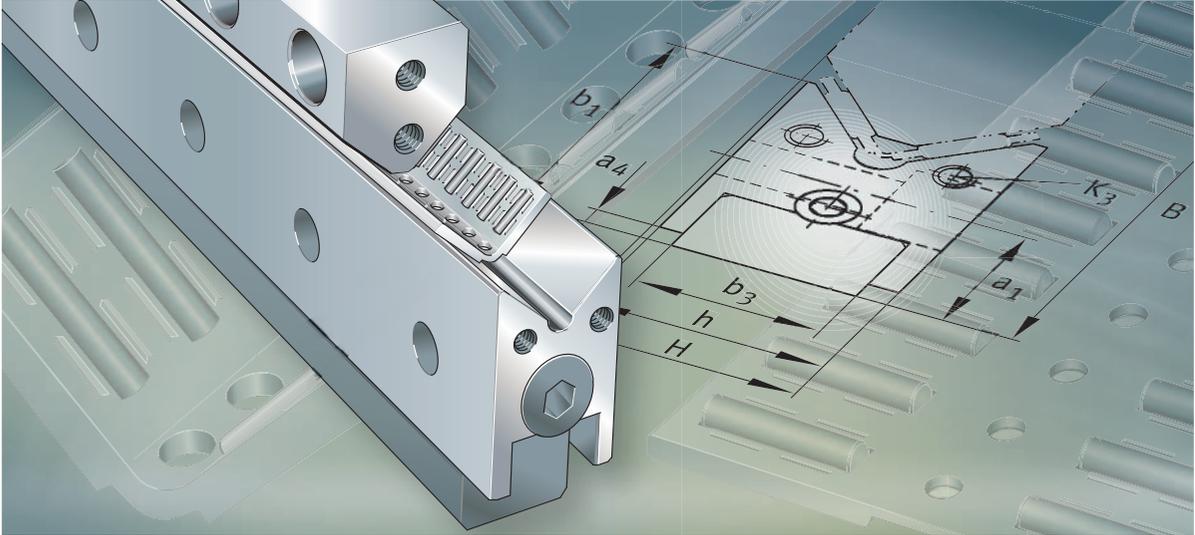
ESM

**Maßtabelle** · Abmessungen in mm

Kurzzeichen <sup>1)</sup>	Abmessungen			Führungsschiene
	G	N <sub>2</sub> -0,05 -0,1	h	
<b>ESM-M4</b>	M4	8,5	4,3	<b>M3015, V3015</b>
<b>ESM-M6</b>	M6	11,5	6,5	<b>M4020, V4020, M4525, V4525, M5025, V5025</b>
<b>ESM-M8</b>	M8	15	8,5	<b>M6035, V6035, M6535, V6535</b>
<b>ESM-M10</b>	M10	18,5	10,5	<b>M7040, V7040</b>
<b>ESM-M12</b>	M12	20	12,5	<b>M8050, V8050, M8550, V8550</b>

<sup>1)</sup> Einsatzmuttern getrennt bestellen, siehe Befestigung der Führungsschienen, Seite 63.  
Einsatzmuttern ESM für Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 verwenden.





# ML- und V- Führungsschienen mit Zustellkeil

mit Winkel-Flachkäfig

## ML- und V-Führungsschienen mit Zustellkeil

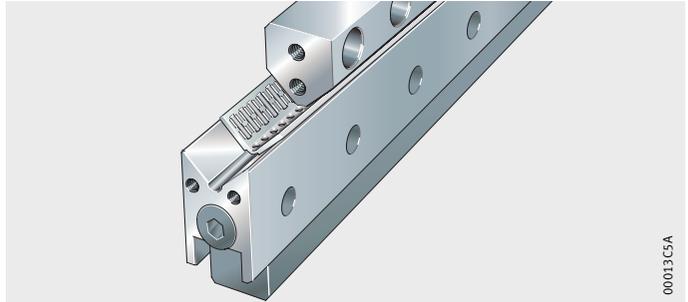
		Seite
<b>Produktübersicht</b>	ML- und V-Führungsschienen mit Zustellkeil .....	92
<b>Merkmale</b>	Vorspannung mit Zustellkeil .....	93
	Lineare Festlager .....	93
	Führungsschienen .....	93
	Winkel-Flachkäfige .....	94
	Betriebstemperatur .....	94
	Zubehör .....	95
	Ausführungsvarianten .....	96
	Nachsetzzeichen .....	96
<b>Konstruktions- und Sicherheitshinweise</b>	Geschlossene Anordnung .....	97
	Eingeengte Toleranz bei Führungsschienen .....	97
<b>Genauigkeit</b>	Qualitätsklassen .....	98
	Positionstoleranzen.....	99
<b>Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung</b>	Ausstattung für eine Achse .....	100
<b>Maßtabelle</b>	ML- und V-Führungsschienen mit Zustellkeil .....	102
	Endstücke .....	104
	Abstreifer .....	105
	Einsatzmutter.....	106



# Produktübersicht ML- und V-Führungsschienen mit Zustellkeil

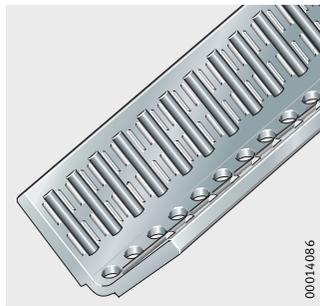
## Flachkäfigführung

ML/V



## Winkel-Flachkäfig Nadelrollen-Flachkäfig

FFW, HW

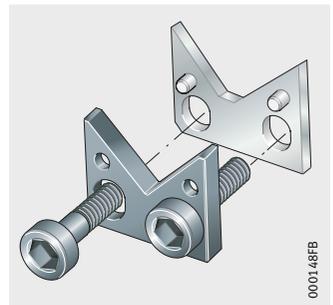


## Zubehör Endstück Abstreifer

EML



EAML



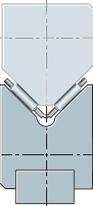
## Einsatzmutter

ESM



# ML- und V-Führungsschienen mit Zustellkeil

<b>Merkmale</b>	Diese 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.
<b>Vorspannung mit Zustellkeil</b>	Durch einen 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.
<b>Lineare Festlager</b>	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.
<b>Führungsschienen</b>	Die Führungsschienen sind aus durchgehärtetem Stahl gefertigt und haben feingeschliffene Laufbahnen und Auflageflächen. Ihre Härte beträgt mindestens 670 HV.
<b>Befestigungsbohrungen</b>	Unterschiedliche Bohrungstypen der ML-Führungsschiene (B03, B15) ermöglichen flexible Befestigungslösungen. Standard ist der Bohrungstyp B15, siehe Maßtabelle. 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, siehe Bohrbilder der Führungsschienen, Seite 64. Serienmäßige Gewindebohrungen an den Stirnseiten dienen zur Fixierung der Endstücke oder Abstreifer.
<b>Konstruktionslänge</b>	Die Schienen sind flexibel bis zur maximalen Standard-Fertigungslänge von 1 000 mm einteilig lieferbar. Einteilige Überlängen sind auf Anfrage lieferbar.



# ML- und V-Führungsschienen mit Zustellkeil

## Winkel-Flachkäfige

Die Winkel-Flachkäfige sind zweireihig, ihre Schenkel rechtwinklig zueinander angeordnet.

### Wälzkörper

Für die eingesetzten Nadelrollen wird ein durchgehärteter Wälzlagereisen nach DIN 17 230 verwendet. Die Härte der Wälzkörper ist mindestens 670 HV, ihre Güteklasse G2.

Nadelrollen sind nach DIN 5 402-3, ISO 3 096-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.

### Käfigwerkstoffe

Als Käfigwerkstoffe werden 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 freiliegenden Käfigenden.

Kunststoffkäfige sind eine kostengünstige Lösung für einfache Betriebsbedingungen.

## 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.



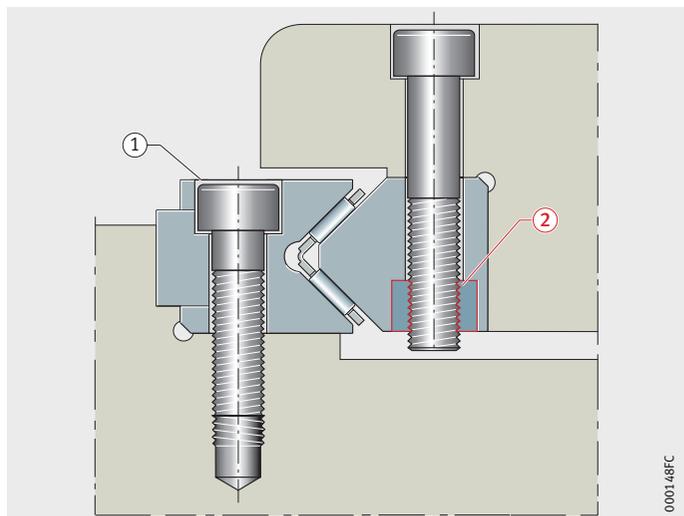
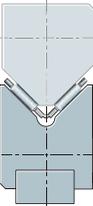
Bei Flachkäfigführungen mit Abstreifern aus Kunststoff sind die Betriebstemperaturen auf +100 °C begrenzt!

**Zubehör** Funktionales Zubehör sowie Längsdichtleisten zum Schutz des Wälzsystems komplettieren die Führungen, siehe Maßtabelle. Längsdichtleisten, siehe Abschnitt Sonderausführung, Seite 96.

**Endstücke** Das Endstück EML ist aus Stahl. Es verhindert, dass der Käfig aus der Belastungszone wandert.

**Abstreifer** Abstreifer EAML schützen die Laufbahnen des Wälzsystems bei normalen Betriebsbedingungen vor Schmutz. Sie werden aus Kunststoff gefertigt, die Stützplatte ist aus Stahl. Die Abstreifer eignen sich für Temperaturen bis +100 °C und werden mit Befestigungsschrauben geliefert.

**Einsatzmutter** Einsatzmutter ESM ermöglichen den Umbau des Bohrungstyps B15 (Senklochbohrung) zu einer Bohrung mit Gewinde, *Bild 1*.



- ① Bohrungstyp B15
- ② Einsatzmutter ESM

*Bild 1*  
Bohrung mit Einsatzmutter

000148FC

# ML- und V-Führungsschienen mit Zustellkeil

## Ausführungsvarianten

Lieferbar sind:

- Führungsschienen mit eingengter Toleranz (Nachsetzzeichen US)
- Protect A: Dünnschichtverchromte Führungsschienen für den Verschleiß- und Korrosionsschutz (Nachsetzzeichen KD)
- Protect B: Dünnschichtverchromte Führungsschienen für hohen Korrosions- und Verschleißschutz (Nachsetzzeichen KDC)
- Laufbahneinläufe an den Enden der Führungsschienen (Nachsetzzeichen E2)
- Stirnseiten der Schienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1)
- Linke Stirnseite der Führungsschienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1L)
- Rechte Stirnseite der Führungsschienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1R).

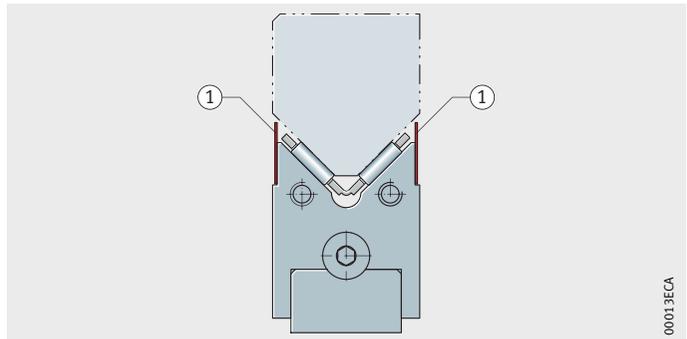
## Sonderausführung

Nur auf Anfrage lieferbar:

- Führungsschienen mit Längsdichtleisten (Spalt- oder Lippendichtungen), *Bild 2*.

① Längsdichtleisten

*Bild 2*  
Ausführung mit Längsdichtleisten



## Nachsetzzeichen

Nachsetzzeichen der lieferbaren Varianten, siehe Tabelle.

## Lieferbare Varianten

Nachsetzzeichen	Beschreibung
E1	Schienen ohne Bohrungen an den Stirnseiten
E1L	Linke Stirnseite der Schienen ohne Bohrungen
E1R	Rechte Stirnseite der Schienen ohne Bohrungen
E2	Laufbahneinläufe am Schienenende
KD	Beschichtung für Verschleiß- und Korrosionsschutz
KDC	Beschichtung für hohen Korrosions- und Verschleißschutz
US	Schienen mit eingengter Toleranz $\pm 0,005$ für A <sub>1</sub> oder A <sub>2</sub>

## Konstruktions- und Sicherheitshinweise Geschlossene Anordnung

### Eingeengte Toleranz bei Führungsschienen

Bei geschlossener Anordnung sind für die einwandfreie Funktion immer zwei V- oder eine ML- und eine M-Schiene mit den gleichen Maßen  $A_1$  oder  $A_2$  zu verwenden.

Schienen mit eingeengter 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:

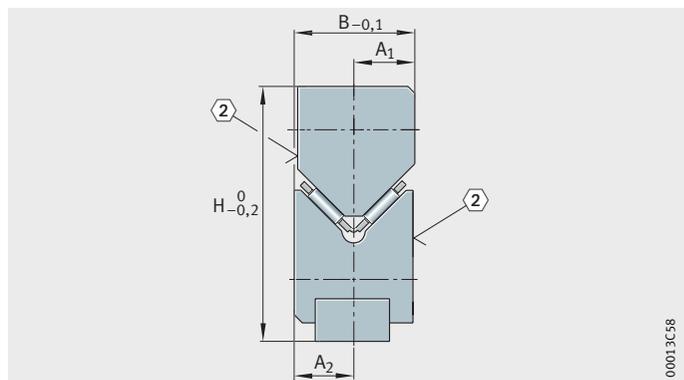
- Kennzeichnung US-1:
  - Abmaß  $A_1$  oder  $A_2$   $\begin{matrix} +0,005 \\ 0 \end{matrix}$
- Kennzeichnung US-2:
  - Abmaß  $A_1$  oder  $A_2$   $\begin{matrix} 0 \\ -0,005 \end{matrix}$

Die Standard-Toleranzen der Schienenprofile zeigt *Bild 3*.



② Beschriftung  
B = Einbaubreite ( $A_1 + A_2$ )  
H = Einbauhöhe

*Bild 3*  
Standard-Toleranzen  
der Schienenprofile

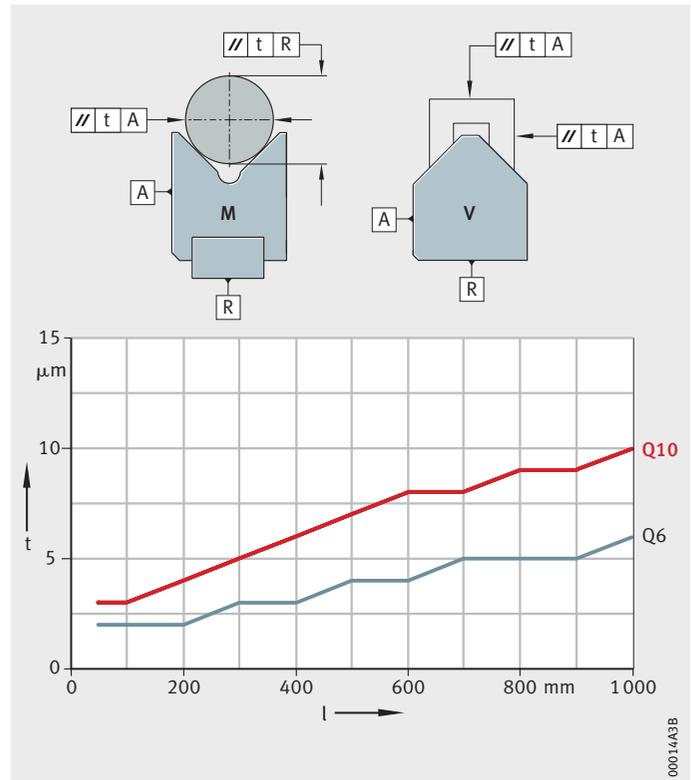


# ML- und V-Führungsschienen mit Zustellteil

## Genauigkeit Qualitätsklassen

ML- und V-Führungsschienen gibt es in den Qualitätsklassen Q6 und Q10, *Bild 4*:

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



t = Zulässige Abweichung  
bei Differenzmessung  
l = Schienenlänge

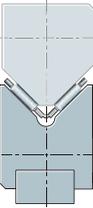
*Bild 4*  
Qualitätsklassen  
der Führungsschienen

## Positionstoleranzen

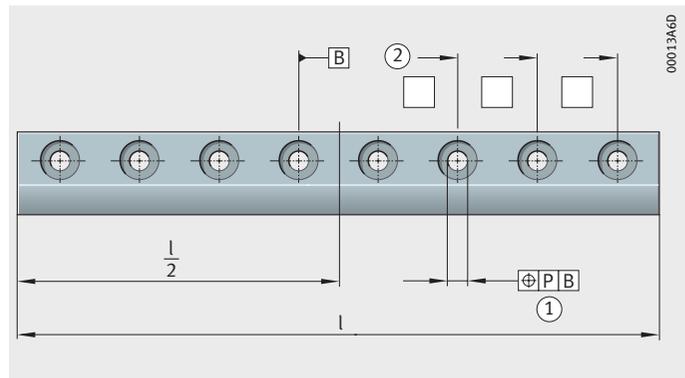
In der Anschlusskonstruktion muss eine Positionstoleranz von  $\varnothing 0,2$  mm eingehalten werden, siehe Tabelle und *Bild 5*.

### Positionstoleranzen der Befestigungsbohrungen

ML-Führungsschiene	Positionstoleranz P	Schienenlänge l mm
ML5020	1,3	300
ML5520	1,3	600
ML5525	1,3	250
ML6025	1,3	500
ML6525	1,3	750
ML7025	1,3	1 000
ML7035	1,8	500
ML8035	1,8	1 000
ML8040	2,3	500
ML9040	2,3	1 000
ML9050	1,8	500
ML10050	1,8	1 000



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



*Bild 5*  
Positionstoleranzen des Bohrbildes

# ML- und V-Führungsschienen mit Zustellkeil

## Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung Ausstattung für eine Achse

■ Schienen für geschlossene Anordnung		ML und V
■ Hub	S	150 mm
Profilbreite		25 mm
Bohrungstyp, Senkung links		B15L
Länge der Schienen: ML-Schiene	l	450 mm
V-Schiene	l	600 mm
Qualität der Schienen		Q6
Winkel-Flachkäfige aus Metall		HW
Länge des Flachkäfigs, siehe Ermittlung der Käfiglänge Endstücke	l <sub>k</sub>	365 mm EML

### Ermittlung der Käfiglänge

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

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

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

$$l_k = 365 \text{ mm}$$

### Bestellbezeichnung

1×**ML6025×450-B15L-Q6**

1×**V5025×600-B15-Q6**

1×**HW16×375**

2×**EML25**, Bild 6.

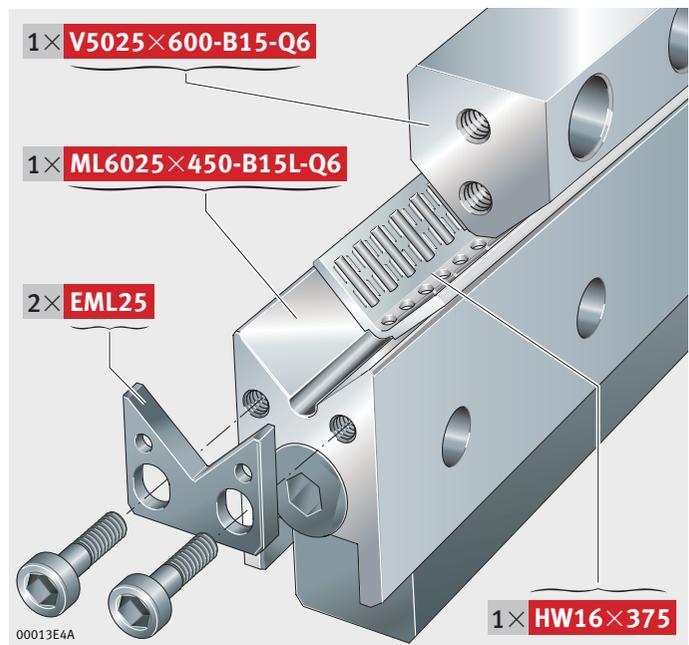
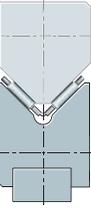
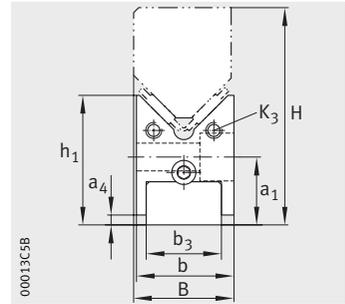


Bild 6  
Bestellbeispiel,  
Bestellbezeichnung



# ML-Führungsschienen

mit Zustellkeil und Winkel-Flachkäfig



ML

**Maßtabelle** · Abmessungen in mm

Kurzzeichen	Abmessungen			Anschlussmaße									
	l <sup>1)</sup>	H <sup>2)</sup>	B	b	h <sub>1</sub> <sup>2)</sup>	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	j <sub>L</sub> <sup>3)</sup>	a <sub>L</sub> <sup>4)</sup>	a <sub>R</sub> <sup>4)</sup>	T <sub>5</sub>
			-0,1	-0,2							min.	min.	min.
<b>ML5020</b>	100 – 300	50	20	20	32,5	17,5	13	15	5,5	80	30	15	20
<b>ML5520</b>	301 – 600	55	20	20	37,5	22,5	13	15	6	80	30	15	20
<b>ML5525</b>	100 – 250	55	25	25	32,5	15	18	20	2,5	80	30	20	15
<b>ML6025</b>	251 – 500	60	25	25	37,5	20	18	20	3,5	80	30	20	15
<b>ML6525</b>	501 – 750	65	25	25	42,5	25	18	20	5	80	30	20	15
<b>ML7025</b>	751 – 1 000	70	25	25	47,5	30	18	20	6,5	80	30	20	15
<b>ML7035</b>	100 – 500	70	35	35	45	21	25,8	25	3	100	32	20	20
<b>ML8035</b>	501 – 1 000	80	35	35	55	31	25,8	25	5	100	32	20	20
<b>ML8040</b>	100 – 500	80	40	40	50	23	28,8	30	3	100	32	20	25
<b>ML9040</b>	501 – 1 000	90	40	40	60	33	28,8	30	5	100	32	20	25
<b>ML9050</b>	100 – 500	90	50	50	55	24	36,8	40	3	100	32	20	30
<b>ML10050</b>	501 – 1 000	100	50	50	65	34	36,8	40	5	100	32	20	30

1) Überlängen auf Anfrage.

2) Die verschiedenen Seitenhöhen H und h<sub>1</sub> 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<sub>L</sub> ist immer auf der Seite des Zustellkeils. Die Endabstände a<sub>L</sub> und a<sub>R</sub> sind von der Schienenlänge abhängig; Die Mindest-Werte dürfen nicht unterschritten werden;

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

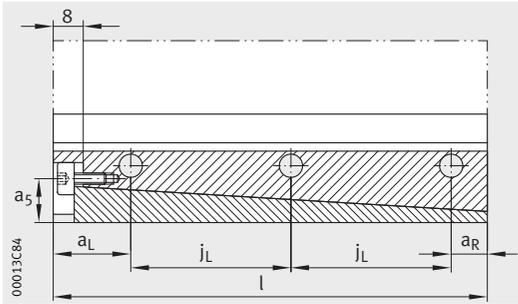
$$\text{oder} \quad l - \sum \cdot j_L \leq 2 \cdot a_{L \min}$$

dann ist  $a_L = a_R$ .

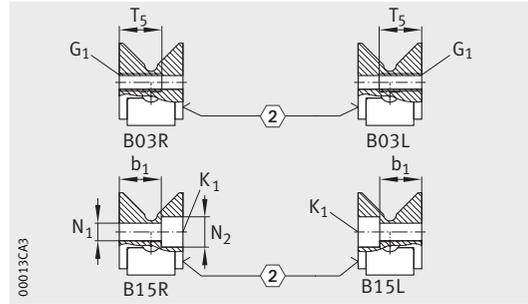
Im Gegensatz zu M- und V-Führungsschienen gilt für die Baureihe ML, dass die Asymmetrie von a<sub>L</sub> und a<sub>R</sub> nicht extra angegeben wird.

5) Beschreibung, siehe Zubehör, Seite 95.

6) (2) Beschriftung

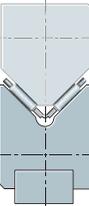


ML



Bohrungstypen

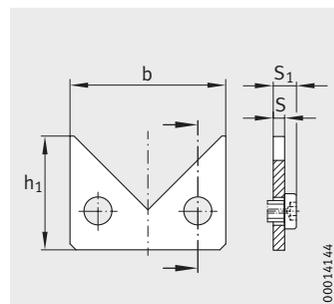
② 6)



N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	a <sub>5</sub>	Befestigungsschrauben		Führungs- schiene	Winkel-Flachkäfige		Zubehör <sup>5)</sup>		
			K <sub>1</sub> DIN 912-8.8	G <sub>1</sub>		Kunststoff	Metall	Endstücke		Einsatz- mutter
								ohne Abstreifer	mit Abstreifer	
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	EML50	EAML50	ESM-M12
14	20	25,5	M12	M6	V8050	FFW3555	HW30	EML50	EAML50	ESM-M12

# Endstück

Baureihe EML



EML

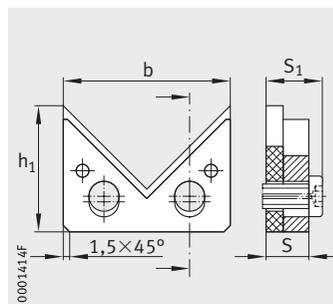
## Maßtabelle · Abmessungen in mm

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

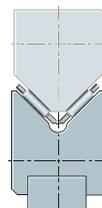
<sup>1)</sup> Die Endstücke werden mit Befestigungsschrauben nach DIN 7 984 geliefert.

# Abstreifer

Baureihe EAML



EAML



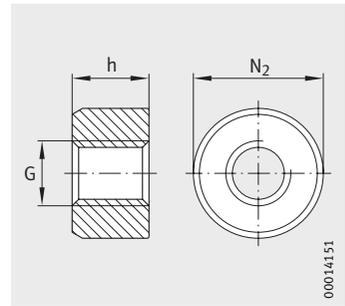
## Maßtabelle · Abmessungen in mm

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

<sup>1)</sup> Die Endstücke werden mit Befestigungsschrauben nach DIN 7 984 geliefert.

# Einsatzmutter

Baureihe ESM

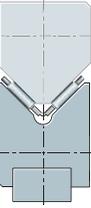


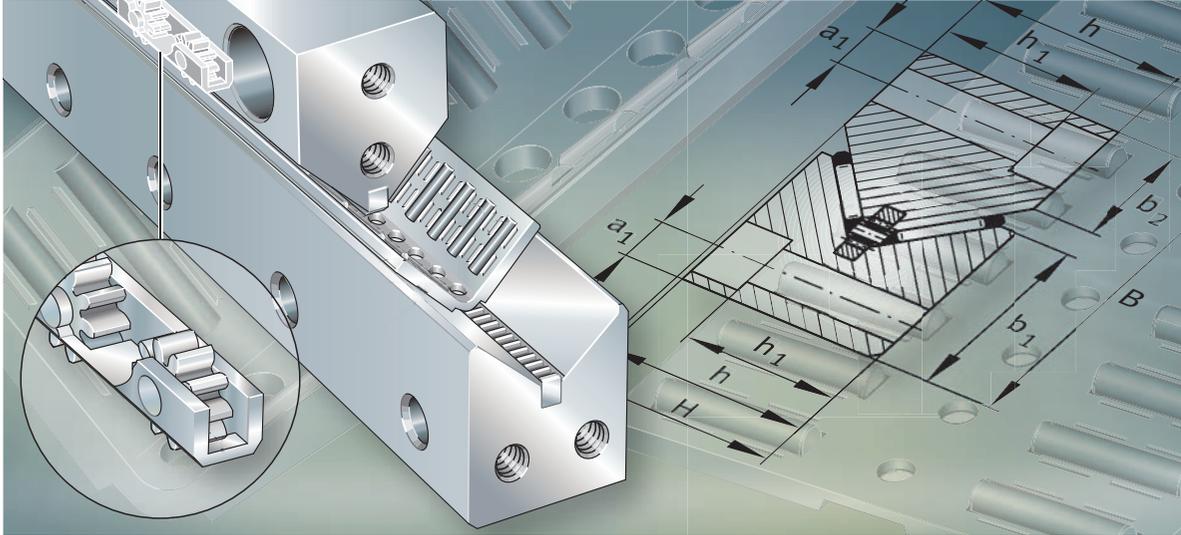
ESM

**Maßtabelle** · Abmessungen in mm

Kurzzeichen <sup>1)</sup>	Abmessungen			Führungsschiene
	G	N <sub>2</sub> -0,05 -0,1	h	
<b>ESM-M6</b>	M6	11,5	6,5	<b>ML5020, ML5520, ML5525, ML6025, ML6525, ML7025</b>
<b>ESM-M8</b>	M8	15	8,5	<b>ML7035, ML8035</b>
<b>ESM-M10</b>	M10	18,5	10,5	<b>ML8040, ML9040</b>
<b>ESM-M12</b>	M12	20	12,5	<b>ML9050, ML10050</b>

<sup>1)</sup> Einsatzmuttern getrennt bestellen, siehe Befestigung der Führungsschienen, Seite 63.  
Einsatzmuttern ESM für Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 verwenden.



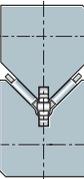


# M- und V- Führungsschienen mit Käfig-Zwangsführung

mit Winkel-Flachkäfig

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

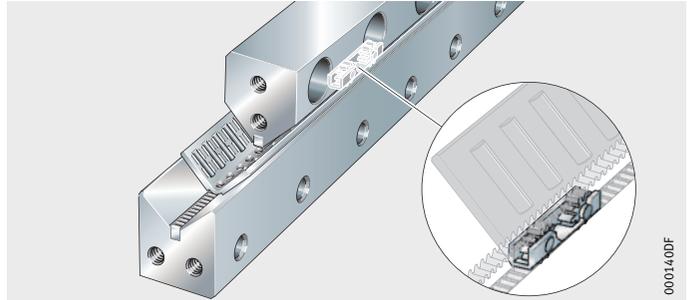
	Seite
<b>Produktübersicht</b>	M- und V- Führungsschienen mit Käfig-Zwangsführung ..... 110
<b>Merkmale</b>	Zwangsführung..... 111
	Lineare Festlager ..... 111
	Führungsschienen ..... 111
	Winkel-Flachkäfige ..... 112
	Betriebstemperatur ..... 112
	Lieferausführung ..... 112
	Zubehör ..... 113
	Ausführungsvarianten ..... 114
	Nachsetzzeichen ..... 114
<b>Konstruktions- und Sicherheitshinweise</b>	Satzweise Montage ..... 115
	Geschlossene Anordnung ..... 115
	Eingeengte Toleranz bei Führungsschienen ..... 115
<b>Genauigkeit</b>	Qualitätsklassen ..... 116
	Positionstoleranzen..... 117
<b>Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung</b>	Ausstattung für vier Achsen ..... 118
<b>Maßtabelle</b>	M- und V- Führungsschienen mit Käfig-Zwangsführung ..... 120
	Abstreifer ..... 122
	Einsatzmutter ..... 123



# Produktübersicht M- und V- Führungsschienen mit Käfig-Zwangsführung

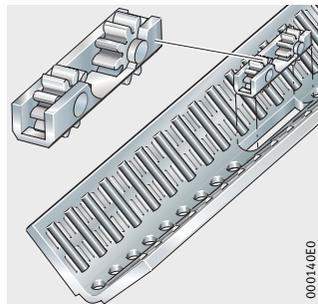
**Flachkäfigführung**  
mit Winkel-Flachkäfig,  
Zahnstange und Zahnradeneinheit

**MVZ**



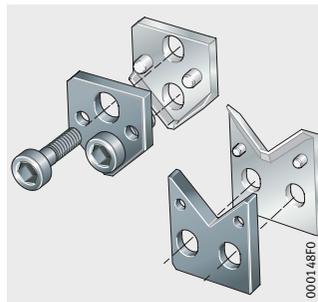
**Winkel-Flachkäfig**  
Nadelrollen-Flachkäfig  
mit integrierter Zahnradeneinheit

**HW**



**Zubehör**  
Abstreifer

**EAM, EAV**



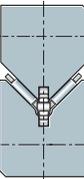
**Einsatzmutter**

**ESM**



# M- und V- Führungsschienen mit Käfig-Zwangsführung

<b>Merkmale</b>	Diese Flachkäfigführungen bestehen aus Führungsschienen der Bauform M und V mit integrierter Zahnstange, zwischen die sehr tragfähige und steife Winkel-Flachkäfige mit einer integrierten Zahnradereinheit angeordnet sind. Um hohe Lasten sicher aufzunehmen, haben die Käfige eine große Anzahl von Nadelrollen.
<b>Zwangsführung</b>	Führungsschienen mit 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.
<b>Lineare Festlager</b>	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.
<b>Führungsschienen</b>	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.
<b>Befestigungsbohrungen</b>	Unterschiedliche Bohrungstypen (B03, B10, B15) ermöglichen flexible Befestigungslösungen. Standard ist der Bohrungstyp B15, siehe Maßtabelle, Seite 120. 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, siehe Bohrbilder der Führungsschienen, Seite 64. Serienmäßige Gewindebohrungen an den Stirnseiten dienen der Fixierung der Abstreifer.
<b>Konstruktionslänge</b>	Die Schienen sind flexibel bis zur maximalen Standard-Fertigungslänge von 1 500 mm einteilig lieferbar. Überlängen sind auf Anfrage lieferbar.



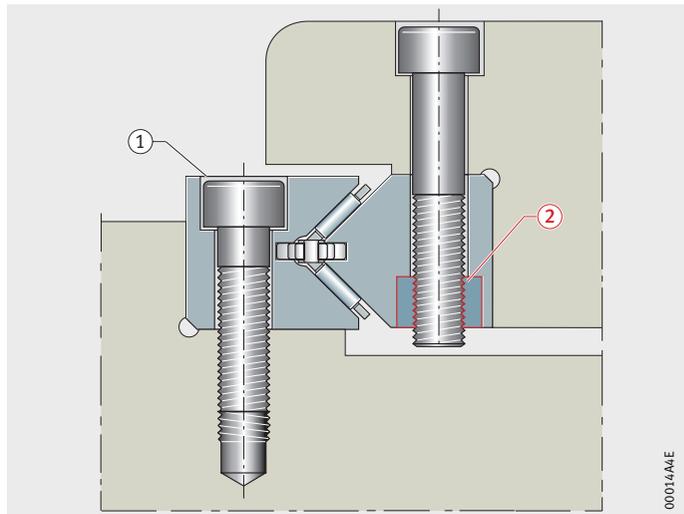
# M- und V- Führungsschienen mit Käfig-Zwangsführung

<b>Winkel-Flachkäfige</b>	Die Winkel-Flachkäfige sind zweireihig, ihre Schenkel rechtwinklig zueinander angeordnet. Sie werden durch eine integrierte Zahnrad-einheit zwangsgeführt.
<b>Wälzkörper</b>	<p>Für die eingesetzten Nadelrollen wird durchgehärteter Wälzlager-stahl nach DIN 17 230 verwendet. Die Härte der Wälzkörper ist mindestens 670 HV, ihre Güteklasse G2.</p> <p>Die Nadelrollen sind nach DIN 5 402-3, ISO 3 096-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.</p>
<b>Käfigwerkstoff</b>	<p>Als Käfigwerkstoff wird Metall eingesetzt.</p> <p>Metallkäfige haben bei geringem Gewicht eine hohe Festigkeit. Sie eignen sich damit gut für erschwerte Bedingungen, zum Beispiel bei hohen Beschleunigungen und hohen Temperaturen.</p>
<b>Betriebstemperatur</b>	<p>Nadelrollen-Flachkäfige mit Zahnradeneinheit sind aus Metall und lassen Temperaturen bis +150 °C zu.</p> <p> Bei Flachkäfigführungen mit Abstreifern aus Kunststoff sind die Betriebstemperaturen auf +100 °C begrenzt!</p>
<b>Lieferausführung</b>	MVZ-Führungen werden nur satzweise geliefert, das heißt, jeweils zwei M- und V-Schienen mit zwei Winkel-Flachkäfigen.
<b>Lieferung auf Anfrage</b>	M- und V- Führungsschienen mit Käfig-Zwangsführung werden auf Anfrage geliefert.

**Zubehör** Funktionales Zubehör komplettiert die Führungen, siehe Maßtabellen.

**Abstreifer** Abstreifer EAM und EAV schützen die Laufbahnen des Wälzsystems bei normalen Betriebsbedingungen vor Schmutz. Sie werden aus Kunststoff gefertigt, ihre Stützplatte ist aus Stahl. Die Abstreifer eignen sich für Temperaturen bis +100 °C und werden mit Befestigungsschrauben geliefert.

**Einsatzmutter** Einsatzmuttern ESM ermöglichen den Umbau des Bohrungstyps B15 (Senklochbohrung) zu einer Bohrung mit Gewinde, *Bild 1*.



- ① Bohrungstyp B15
- ② Einsatzmutter ESM

*Bild 1*  
Bohrung mit Einsatzmutter

# M- und V- Führungsschienen mit Käfig-Zwangsführung

## Ausführungsvarianten

Lieferbar sind:

- Führungsschienen mit eingengter Toleranz (Nachsetzzeichen US)
- Protect A: Dünnschichtverchromte Führungsschienen für den Verschleiß- und Korrosionsschutz (Nachsetzzeichen KD)
- Protect B: Dünnschichtverchromte Führungsschienen für hohen Korrosions- und Verschleißschutz (Nachsetzzeichen KDC)
- Laufbahneinläufe an den Enden der Führungsschienen (Nachsetzzeichen E2)
- Stirnseiten der Führungsschienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1)
- Linke Seite der Führungsschienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1L)
- Rechte Seite der Führungsschienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1R).

## Nachsetzzeichen

Nachsetzzeichen der lieferbaren Varianten, siehe Tabelle.

## Lieferbare Varianten

Nachsetzzeichen	Beschreibung
E1	Schienen ohne Bohrungen an den Stirnseiten
E1L	Linke Stirnseite der Schienen ohne Bohrungen
E1R	Rechte Stirnseite der Schienen ohne Bohrungen
E2	Laufbahneinläufe am Schienenende
KD	Beschichtung für Verschleiß- und Korrosionsschutz
KDC	Beschichtung für hohen Korrosions- und Verschleißschutz
US	Schienen mit eingengter Toleranz $\pm 0,005$ für A <sub>1</sub> oder A <sub>2</sub>

## Konstruktions- und Sicherheitshinweise

### Satzweise Montage



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

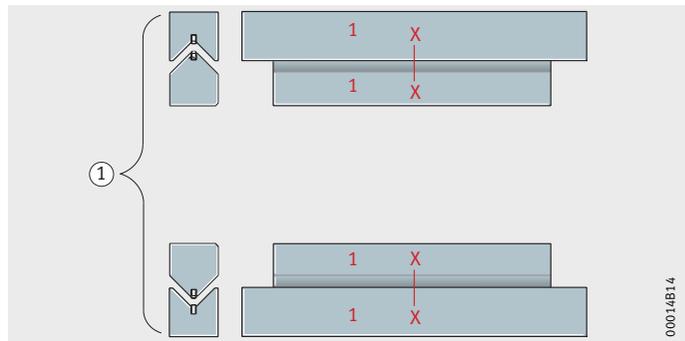
Eine falsche Relativposition zwischen den Führungsschienen und dem Flachkäfig kann dazu führen, dass der Käfig mit den Abstreifern oder Anschlussstellen kollidiert! Deshalb unbedingt:

- Markierung x-x zur Kennzeichnung der richtigen Relativposition von Führungsschienen und Flachkäfigen in Hubmittelstellung beachten, *Bild 2!*

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

① Satz  
x-x = Kennzeichnung

*Bild 2*  
Kennzeichnung der Schienenprofile und der Käfige



### Geschlossene Anordnung

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

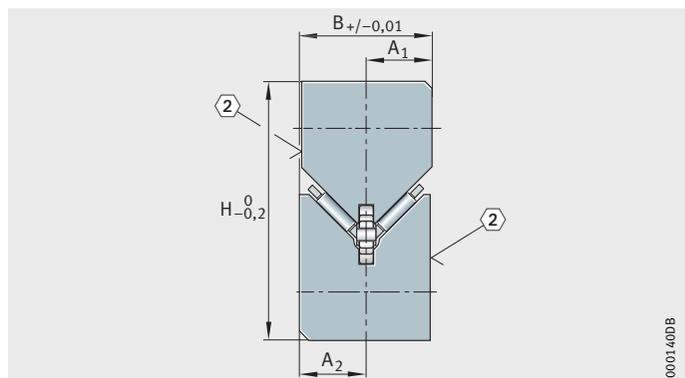
### Eingeengte Toleranz bei Führungsschienen

Die Standard-Toleranzen der Schienenprofile zeigt *Bild 3*.

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

② Beschriftung  
B = Einbaubreite ( $A_1 + A_2$ )  
H = Einbauhöhe

*Bild 3*  
Standard-Toleranzen der Schienenprofile



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

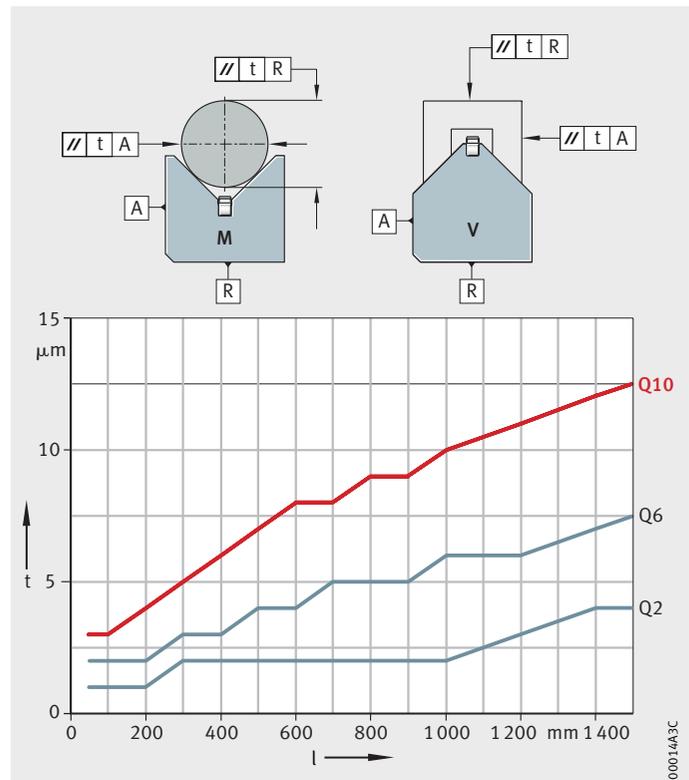
- Kennzeichnung US-1:
  - Abmaß  $A_1$  oder  $A_2$   $\begin{matrix} +0,005 \\ 0 \end{matrix}$
- Kennzeichnung US-2:
  - Abmaß  $A_1$  oder  $A_2$   $\begin{matrix} 0 \\ -0,005 \end{matrix}$

# M- und V- Führungsschienen mit Käfig-Zwangsführung

## Genauigkeit Qualitätsklassen

M- und V- Führungsschienen gibt es in den Qualitätsklassen Q2, Q6 und Q10, *Bild 4*:

- Q2 wird für höchste Anforderungen bei Präzisionsmaschinen eingesetzt. Diese Qualität ist nur dann anzuwenden, wenn auch die Umgebungsstruktur 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.



t = Zulässige Abweichung  
bei Differenzmessung  
l = Schienenlänge

*Bild 4*  
Qualitätsklassen  
der Führungsschienen

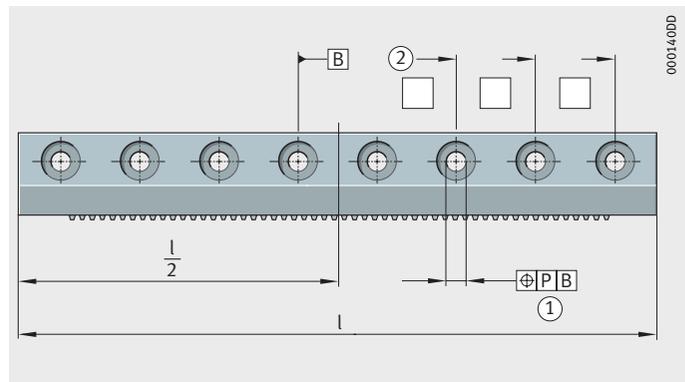
## Positionstoleranzen

In der Anschlusskonstruktion muss eine Positionstoleranz von  $\varnothing 0,2$  mm eingehalten werden, siehe Tabelle und *Bild 5*.

### Positionstoleranzen der Befestigungsbohrungen

M-Führungsschiene	Positionstoleranz p	Schienenlänge l mm
M3015	1,05	1 500
M4020	1,3	
M5025	1,3	
M6035	1,8	
M7040	2,3	
M8050	1,8	

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



*Bild 5*  
Positionstoleranzen des Bohrbildes

# M- und V- Führungsschienen mit Käfig-Zwangsführung

## Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung Ausstattung für vier Achsen

Auf Anfrage lieferbar.

■ Schienen mit integrierter Zwangsführung für geschlossene Anordnung			M und V
■ Hub	S		190 mm
Hubmittellage für M- und V-Schiene			mittig <sup>1)</sup>
Profilgröße			4020
Bohrungstyp der M-Schienen			B03
Bohrungstyp der V-Schienen			B15
Länge der Schienen: M-Schiene	l		400 mm
V-Schiene	l		600 mm
Qualität der Schienen			Q6
Winkel-Flachkäfige aus Metall			HW
Länge des Flachkäfigs, siehe Ermittlung der Käfiglänge	l <sub>k</sub>		305 mm
Abstreifer für M-Schienen			EAM

<sup>1)</sup> Hubmittellage ist mit einer Skizze/Zeichnung anzugeben und zu vermaßen, Bild 7, Seite 119.

### Ermittlung der Käfiglänge

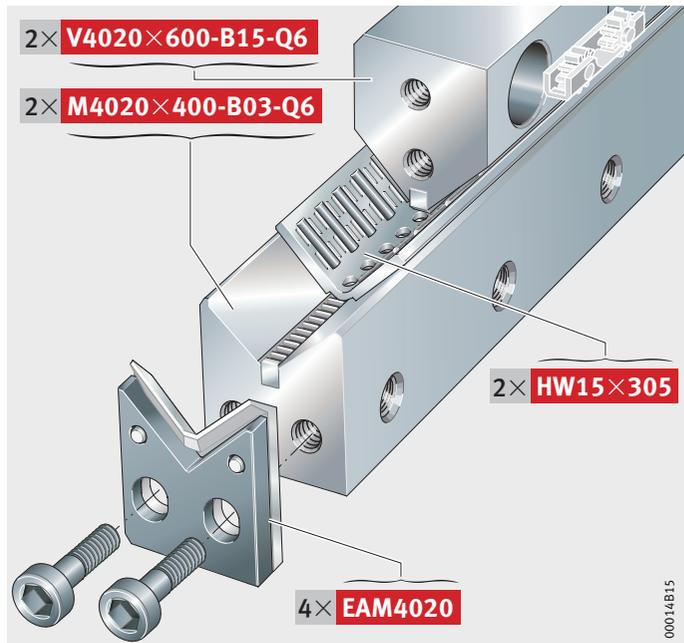
Für die Berechnung wird das Maß der jeweils längeren Schiene herangezogen.

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

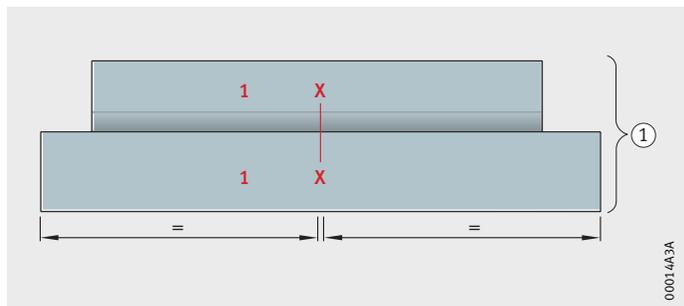
$$l_k = 600 - 3 \cdot 95 - 10 \text{ mm}$$

$$l_k = 305 \text{ mm}$$

**Bestellbezeichnung** 4×**MVZ4020×400/600-Q6**, bestehend aus jeweils folgenden Komponenten:  
 2×**M4020×400-B03-Q6**  
 2×**V4020×600-B15-Q6**  
 2×**HW15×305**  
 4×**EAM4020**, Bild 6.



*Bild 6*  
 Bestellbeispiel,  
 Bestellbezeichnung

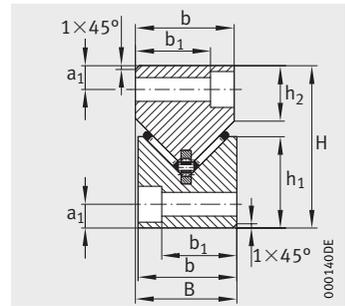


① M- und V-Schiene

*Bild 7*  
 Hubmittellage

# M- und V-Führungsschienen

mit integrierter Zahnstange zur Käfig-Zwangsführung



MVZ

**Maßtabelle** · Abmessungen in mm

Kurzzeichen		Abmessungen			Anschlussmaße							
		$l^{(1)}$	H	B	b	$h_1$	$h_2$	$a_1$	$b_1$	$j_L^{(2)}$	$a_L, a_R^{(3)}$	$T_5$
			-0,2	-0,1	-0,2						min.	min.
<b>M3015</b>	–	600	30	15	15	15,5	–	5,5	10,5	40	15	15
–	<b>V3015</b>					–	10,5					
<b>M4020</b>	–	1000	40	20	20	22,5	–	7,5	13,2	80	15	20
–	<b>V4020</b>					–	13,5					
<b>M5025</b>	–	1500	50	25	25	28	–	10	18,2	80	20	15
–	<b>V5025</b>					–	17					
<b>M6035</b>	–	1500	60	35	35	35	–	11	26	100	20	20
–	<b>V6035</b>					–	20					
<b>M7040</b>	–	1500	70	40	40	40	–	13	29	100	20	35
–	<b>V7040</b>					–	24					
<b>M8050</b>	–	1500	80	50	50	45	–	14	37	100	20	30
–	<b>V8050</b>					–	26					

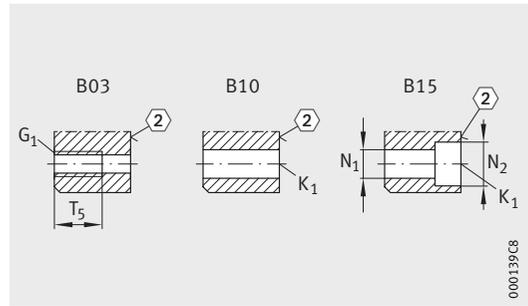
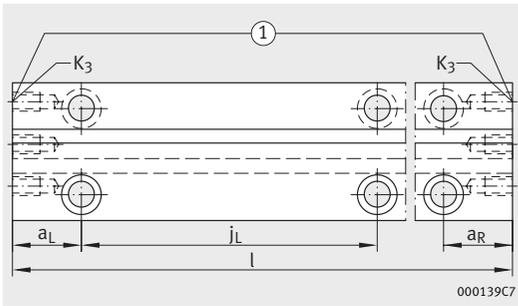
1) Überlängen auf Anfrage.

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.

4) Beschreibung, siehe Zubehör, Seite 113.

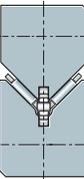
5) ① Bohrungen für Abstreifer, Endstück  
 ② Beschriftung



MVZ  
① 5)

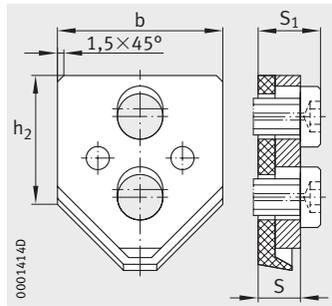
Bohrungstypen  
② 5)

		Befestigungsschrauben		Winkel-Flachkäfige	Zubehör <sup>4)</sup>	
N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	K <sub>1</sub> DIN 912-8.8	G <sub>1</sub>		Endstücke mit Abstreifer	Einsatzmutter
5,25	8,5	M4	M3	<b>HW10</b>	<b>EAM3015</b> <b>EAV3015</b>	<b>ESM-M4</b>
7,5	11,5	M6	M5	<b>HW15</b>	<b>EAM4020</b> <b>EAV4020</b>	<b>ESM-M6</b>
7,5	11,5	M6	M6	<b>HW16</b>	<b>EAM5025</b> <b>EAV5025</b>	<b>ESM-M6</b>
10	15	M8	M6	<b>HW20</b>	<b>EAM6035</b> <b>EAV6035</b>	<b>ESM-M8</b>
12,5	18,5	M10	M6	<b>HW25</b>	<b>EAM7040</b> <b>EAV7040</b>	<b>ESM-M10</b>
14	20	M12	M6	<b>HW30</b>	<b>EAM8050</b> <b>EAV8050</b>	<b>ESM-M12</b>

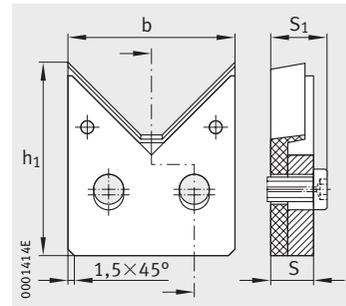


# Abstreifer

Baureihen EAV, EAM



EAV



EAM

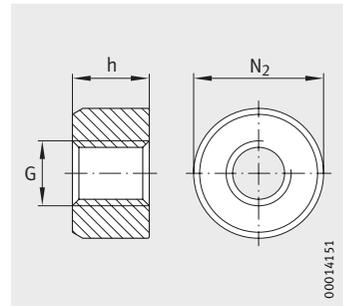
## Maßtabelle · Abmessungen in mm

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

<sup>1)</sup> Die Endstücke werden mit Befestigungsschrauben nach DIN 7 984 geliefert.

# Einsatzmutter

Baureihe ESM

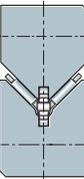


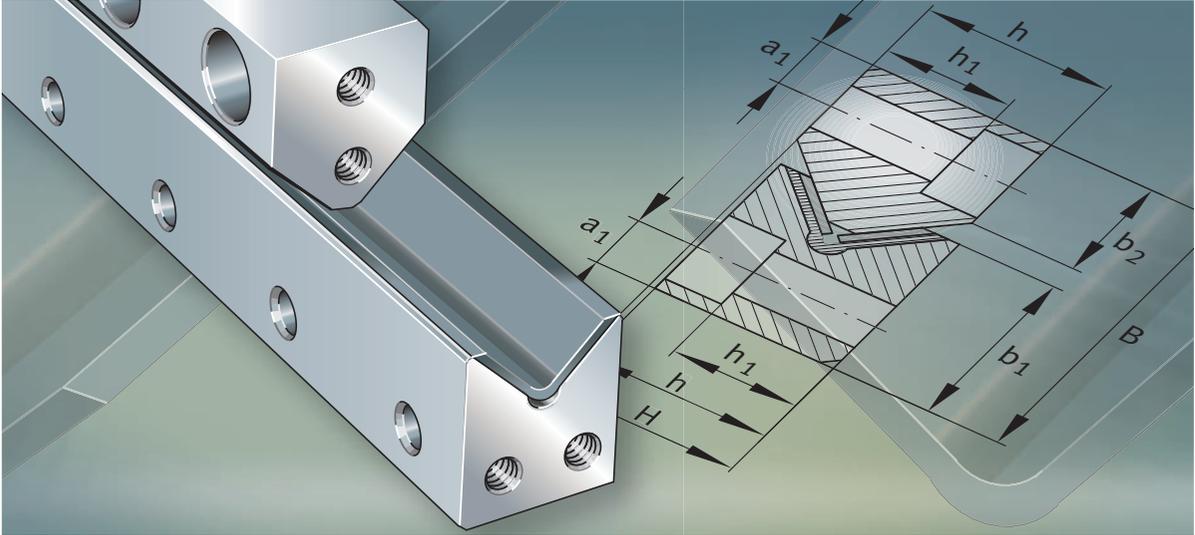
ESM

## Maßtable - Abmessungen in mm

Kurzzeichen <sup>1)</sup>	Abmessungen			Führungsschiene
	G	N <sub>2</sub> -0,05 -0,1	h	
<b>ESM-M4</b>	M4	8,5	4,3	<b>M3015, V3015</b>
<b>ESM-M6</b>	M6	11,5	6,5	<b>M4020, V4020, M4525, V4525, M5025, V5025</b>
<b>ESM-M8</b>	M8	15	8,5	<b>M6035, V6035, M6535, V6535</b>
<b>ESM-M10</b>	M10	18,5	10,5	<b>M7040, V7040</b>
<b>ESM-M12</b>	M12	20	12,5	<b>M8050, V8050, M8550, V8550</b>

<sup>1)</sup> Einsatzmuttern getrennt bestellen, siehe Befestigung der Führungsschienen, Seite 63.  
Einsatzmuttern ESM für Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 verwenden.

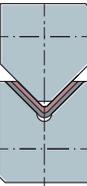




## M- und V-Führungsschienen mit Gleitbelag

## M- und V-Führungsschienen mit Gleitbelag

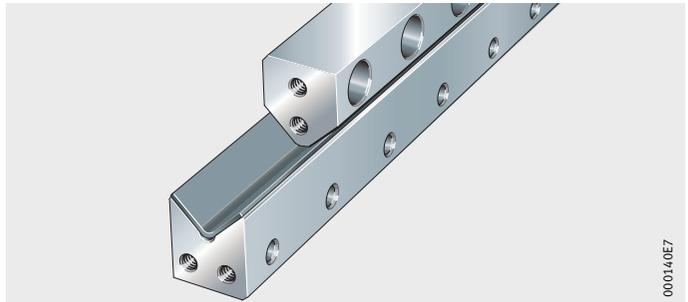
	Seite
<b>Produktübersicht</b>	M- und V-Führungsschienen mit Gleitbelag ..... 126
<b>Merkmale</b>	Gleitbelag ..... 127
	Lineare Festlager ..... 127
	Führungsschienen ..... 128
	Betriebstemperatur ..... 128
	Zubehör ..... 129
	Ausführungsvarianten ..... 130
	Nachsetzzeichen ..... 130
<b>Konstruktions- und Sicherheitshinweise</b>	Einbau ..... 130
<b>Genauigkeit</b>	Qualitätsklassen ..... 131
	Positionstoleranzen..... 132
<b>Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung</b>	Ausstattung für vier Achsen ..... 133
<b>Maßtabellen</b>	M- und V-Führungsschienen mit Gleitbelag ..... 134
	Abstreifer ..... 136
	Einsatzmutter ..... 137



# Produktübersicht M- und V-Führungsschienen mit Gleitbelag

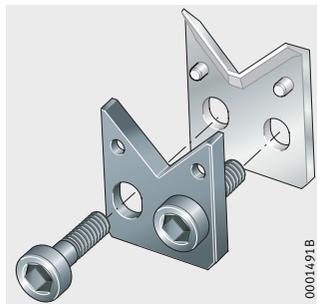
**Flachführung  
mit Gleitbelag**

**M/V**



**Zubehör  
Abstreifer  
Einsatzmutter**

**EAM**



**ESM**



# M- und V-Führungsschienen mit Gleitbelag

**Merkmale** Diese Flachführungen bestehen aus Führungsschienen der Bauform M mit einem Gleitbelag und der Bauform V als Gegenlaufbahn.

**Gleitbelag** Schienen mit Gleitbelag sind besonders geeignet, wenn keine Schmierung oder nur eine Initialschmierung möglich ist. Sie können aber auch bei Öl- und Fettschmierung eingesetzt werden oder wenn aus Dämpfungsgründen ein erhöhtes Reibungsniveau gewünscht ist.

Die M-Schiene mit Gleitbelag ist lieferbar mit:

- Turcite® (Nachsetzzeichen LB1)
- Permaglide® (Nachsetzzeichen LP21).

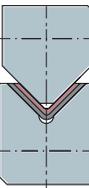
Turcite® wird bei nicht geschmierten, Permaglide® bei geschmierten Flachführungen eingesetzt.

Richtwerte für die Auswahl des Gleitbelags sind:

## Richtwerte für Auswahl des Gleitbelags

		Gleitbelag	
		Turcite®	Permaglide®
Nachsetzzeichen		LB1	LP21
Zulässige spezifische Belastung $p_{\max}$ statisch	N/mm <sup>2</sup>	6	250
$p \cdot v_{\max}$	N/mm <sup>2</sup> · m/s	1	3
Zulässige Temperatur	°C	-40 bis +80	-40 bis +110
Reibungskoeffizient	Trocken	0,15 bis 0,26	Nicht geeignet
	Geschmiert	0,04 bis 0,08	0,02 bis 0,2

**Lineare Festlager** Die Führungen werden als lineare Festlager eingesetzt und eignen sich sehr gut zur Aufnahme ruhender oder schwellender Lasten.



# M- und V-Führungsschienen mit Gleitbelag

**Führungsschienen** Die Führungsschienen bestehen aus einer ungehärteten Stahl-Tragschiene, auf die der Gleitbelag aufgeklebt ist. Durch den Gleitbelag tritt kaum Stick-slip auf.

**Befestigungsbohrungen** Unterschiedliche Bohrungstypen (B03, B10, B15) ermöglichen flexible Befestigungslösungen. Standard ist der Bohrungstyp B15, siehe Maßtabelle, Seite 134.

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, siehe Bohrbilder der Führungsschienen, Seite 64.

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

**Konstruktionslänge** Die Schienen sind flexibel bis zur maximalen Standard-Fertigungslänge von 1 500 mm 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.



Damit der Gleitbelag nicht freiliegt, muss die V-Schiene immer länger als die M-Schiene mit Gleitbelag sein!

Ist die Schienenlänge der V-Schiene kleiner als die M-Schiene, dann sind Druckstellen im Gleitbelag durch die V-Schiene möglich!

**Betriebstemperatur** Führungsschienen mit Gleitbelag lassen Temperaturen bis +80 °C zu, begrenzt durch den Gleitwerkstoff.

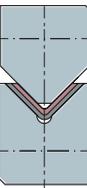
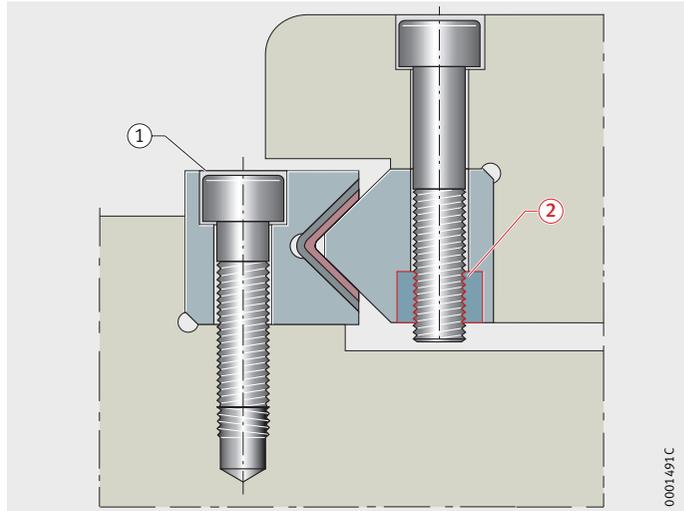
**Zubehör** Funktionales Zubehör komplettiert die Führungen, siehe Maßtabellen.

**Abstreifer** Abstreifer EAM schützen die Laufbahnen des Gleitsystems bei normalen Betriebsbedingungen vor Schmutz. Sie werden aus Kunststoff gefertigt, die Stützplatte ist aus Stahl. Abstreifer werden mit Befestigungsschrauben geliefert.

**Einsatzmutter** Einsatzmuttern ESM ermöglichen den Umbau des Bohrungstyps B15 (Senklochbohrung) zu einer Bohrung mit Gewinde, *Bild 1*.

- ① Bohrungstyp B15
- ② Einsatzmutter ESM

*Bild 1*  
Bohrung mit Einsatzmutter



# M- und V-Führungsschienen mit Gleitbelag

## Ausführungsvarianten

Lieferbar sind:

- Stirnseiten der Führungsschienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1)
- Linke Stirnseite der Führungsschienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1L)
- Rechte Stirnseite der Führungsschienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1R).

## Nachsetzzeichen

Nachsetzzeichen der lieferbaren Varianten, siehe Tabelle.

## Lieferbare Varianten

Nachsetzzeichen	Beschreibung
E1	Schienen ohne Bohrungen an den Stirnseiten
E1L	Linke Stirnseite der Schienen ohne Bohrungen
E1R	Rechte Stirnseite der Schienen ohne Bohrungen
LB1	Gleitwerkstoff Turcite®
LP21	Gleitwerkstoff Permaglide®

## Konstruktions- und Sicherheitshinweise

### Einbau



Die Flachführungen mit Gleitbelag sind in starrer Umgebung mit Spiel und ohne Vorspannung einzubauen.

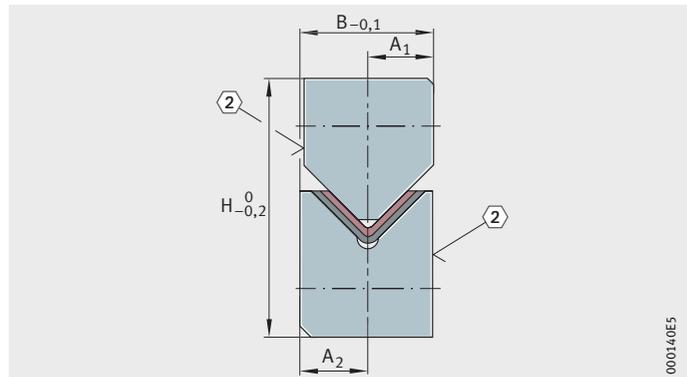
Spielfreier Einbau oder Einbau mit Vorspannung können zu Schäden an den Flachführungen führen, da selbst bei geringsten Wärmedehnungen unkontrollierte Reibungszustände auftreten können!

Beim Einbau sind die Schraubenverbindungen zu überprüfen!

Die Standard-Toleranzen der Schienenprofile zeigt *Bild 2*.

② Beschriftung  
 $B$  = Einbaubreite ( $A_1 + A_2$ )  
 $H$  = Einbauhöhe

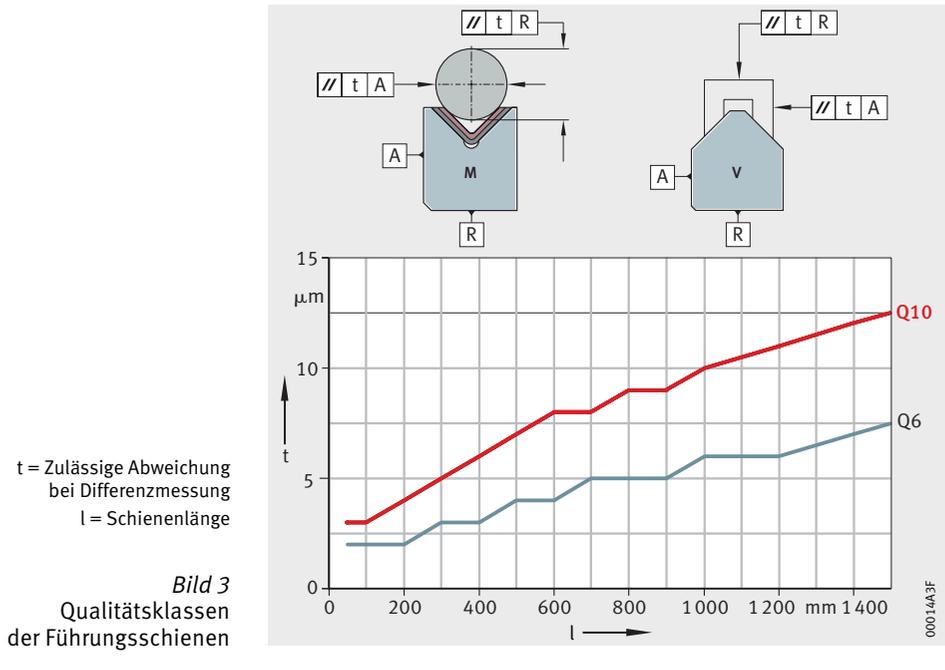
*Bild 2*  
 Standard-Toleranzen  
 der Schienenprofile



## Genauigkeit Qualitätsklassen

Die M- und V-Führungsschienen gibt es in den Qualitätsklassen Q6 und Q10, *Bild 3*:

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



# M- und V-Führungsschienen mit Gleitbelag

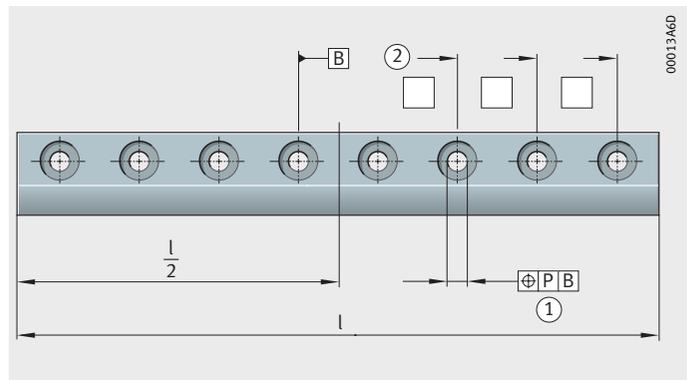
## Positionstoleranzen

In der Anschlusskonstruktion muss eine Positionstoleranz von  $\varnothing 0,2$  mm eingehalten werden, siehe Tabelle und *Bild 4*.

### Positionstoleranzen der Befestigungsbohrungen

M-Führungsschiene	Positionstoleranz P	Schienenlänge l mm
M3015	1,05	1 500
M4020	1,3	
M5025	1,3	
M6035	1,8	
M7040	2,3	
M8050	1,8	

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



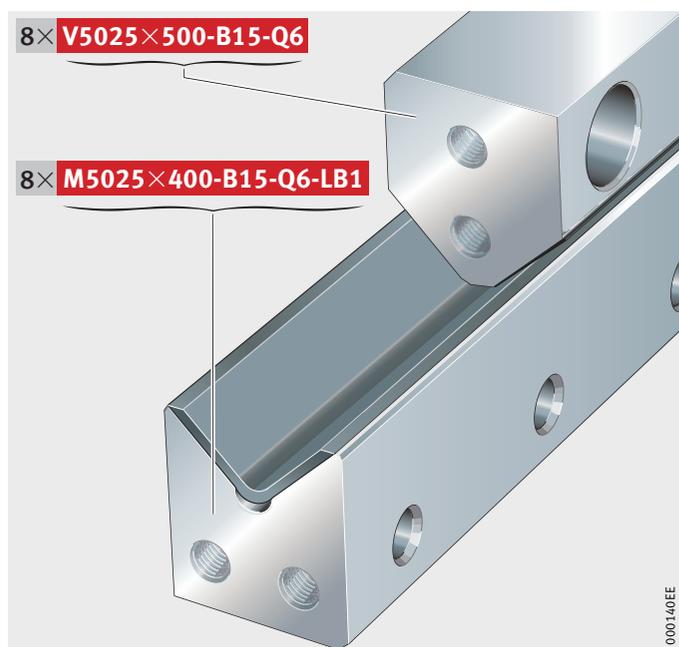
*Bild 4*

Positionstoleranzen des Bohrbildes

**Bestellbeispiel,  
Bestellbezeichnung  
Ausstattung für vier Achsen**

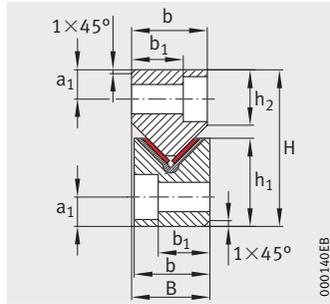
■ Schienen für geschlossene Anordnung	S	M und V
■ Hub		100 mm
Profilgröße		5025
Bohrungstyp		B15
Länge der Schienen: M-Schiene	l	400 mm
V-Schiene	l	500 mm
Qualität der Schienen		Q6
Gleitbelag Turcite®		LB1

**Bestellbezeichnung** 8×**M5025×400-B15-Q6-LB1**  
8×**V5025×500-B15-Q6**, Bild 5.

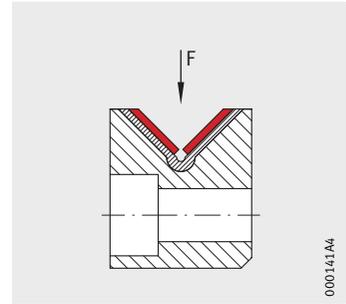


*Bild 5*  
Bestellbeispiel,  
Bestellbezeichnung

# M- und V-Führungsschienen mit Gleitbelag



M mit Gleitbelag und V



Lastrichtung

## Maßtabelle · Abmessungen in mm

Kurzzeichen		Abmessungen			Anschlussmaße							
		<sup>[1]</sup>	H	B	b	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	j <sub>L</sub> <sup>[2]</sup>	a <sub>L</sub> , a <sub>R</sub> <sup>[3]</sup>	T <sub>5</sub>
		einteilig	-0,2	-0,1	-0,2						min.	min.
<b>M3015</b>	–	1 500	30	15	15	15,5	–	5,5	10,3	40	15	15
–	<b>V3015</b>					–	10,5					
<b>M4020</b>	–	1 500	40	20	20	22,5	–	7,5	13	80	15	20
–	<b>V4020</b>					–	13,5					
<b>M5025</b>	–	1 500	50	25	25	28	–	10	18	80	20	15
–	<b>V5025</b>					–	17					
<b>M6035</b>	–	1 500	60	35	35	35	–	11	25,8	100	20	20
–	<b>V6035</b>					–	20					
<b>M7040</b>	–	1 500	70	40	40	40	–	13	28,8	100	20	25
–	<b>V7040</b>					–	24					
<b>M8050</b>	–	1 500	80	50	50	45	–	14	36,8	100	20	30
–	<b>V8050</b>					–	26					

1) Überlängen auf Anfrage.

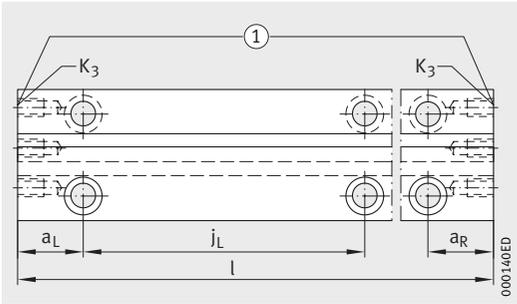
2) M3015 und V3015: Für L = 100 mm bis 109 mm ist j<sub>L</sub> = 35 mm (3 Bohrungen).  
Übrige Baugrößen: Für L < j<sub>L</sub> + a<sub>L min</sub> + a<sub>R min</sub> ist j<sub>L</sub> = 50 mm.

3) a<sub>L</sub> und a<sub>R</sub> sind von der Schienenlänge abhängig.  
Die Mindest-Werte dürfen nicht unterschritten werden.

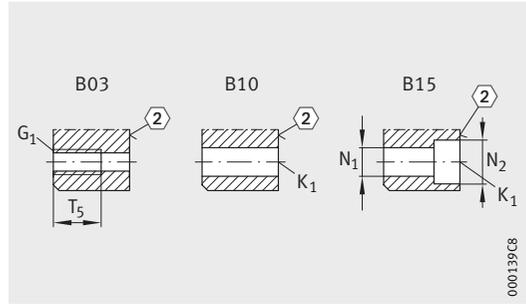
4) Für eine Schienenlänge von 100 mm in Lastrichtung.

5) Beschreibung, siehe Zubehör, Seite 129.

6) ① Bohrungen für Abstreifer, Endstück  
② Beschriftung

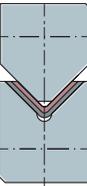


M mit Gleitbelag und V  
① ⑥



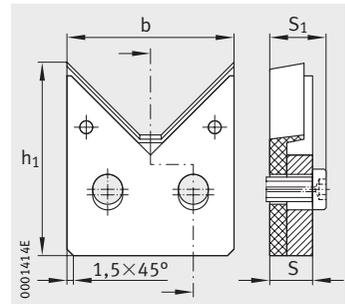
Bohrungstypen  
② ⑥

N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	Befestigungsschrauben		Maximal zulässige statische Belastung <sup>4)</sup>		Zubehör <sup>5)</sup>	
		K <sub>1</sub> DIN 912-8.8	G <sub>1</sub>	F <sub>0 per</sub> Turcite® LB N	Permaglide® LP21 N	Endstücke mit Abstreifer	Einsatzmutter
5,25	8,5	M4	M3	3 600	150 000	<b>EAM3015</b>	<b>ESM-M4</b>
				–	–	–	
7,5	11,5	M6	M5	6 600	275 000	<b>EAM4020</b>	<b>ESM-M6</b>
				–	–	–	
7,5	11,5	M6	M6	8 400	350 000	<b>EAM5025</b>	<b>ESM-M6</b>
				–	–	–	
10	15	M8	M6	12 000	500 000	<b>EAM6035</b>	<b>ESM-M8</b>
				–	–	–	
12,5	18,5	M10	M6	13 800	575 000	<b>EAM7040</b>	<b>ESM-M10</b>
				–	–	–	
14	20	M12	M6	16 200	675 000	<b>EAM8050</b>	<b>ESM-M12</b>
				–	–	–	



# Abstreifer

Baureihe EAM



EAM

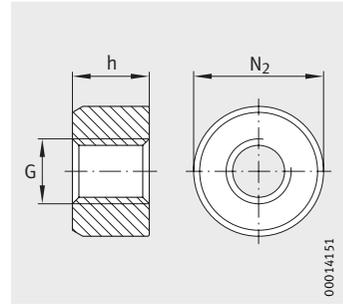
**Maßtabelle** · Abmessungen in mm

Führungsschiene	Kurzzeichen <sup>1)</sup>	Abmessungen			
	EAM	b	h <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> max.	S
<b>M3015</b>	<b>EAM3015</b>	13,4	17,7	6	4
<b>M4020</b>	<b>EAM4020</b>	18,7	24,85	8,5	5
<b>M4525</b>	<b>EAM4525</b>	23,1	28,8	9	5
<b>M5025</b>	<b>EAM5025</b>	23,1	30,8	9	5
<b>M6035</b>	<b>EAM6035</b>	33	37,4	9	5
<b>M6535</b>	<b>EAM6535</b>	33	42,4	9	5
<b>M7040</b>	<b>EAM7040</b>	38	43,7	9	5
<b>M8050</b>	<b>EAM8050</b>	48	51,5	9	5
<b>M8550</b>	<b>EAM8550</b>	48	56,5	9	5

<sup>1)</sup> Die Endstücke werden mit Befestigungsschrauben nach DIN 7 984 geliefert.

# Einsatzmutter

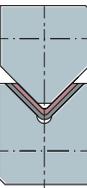
Baureihe ESM

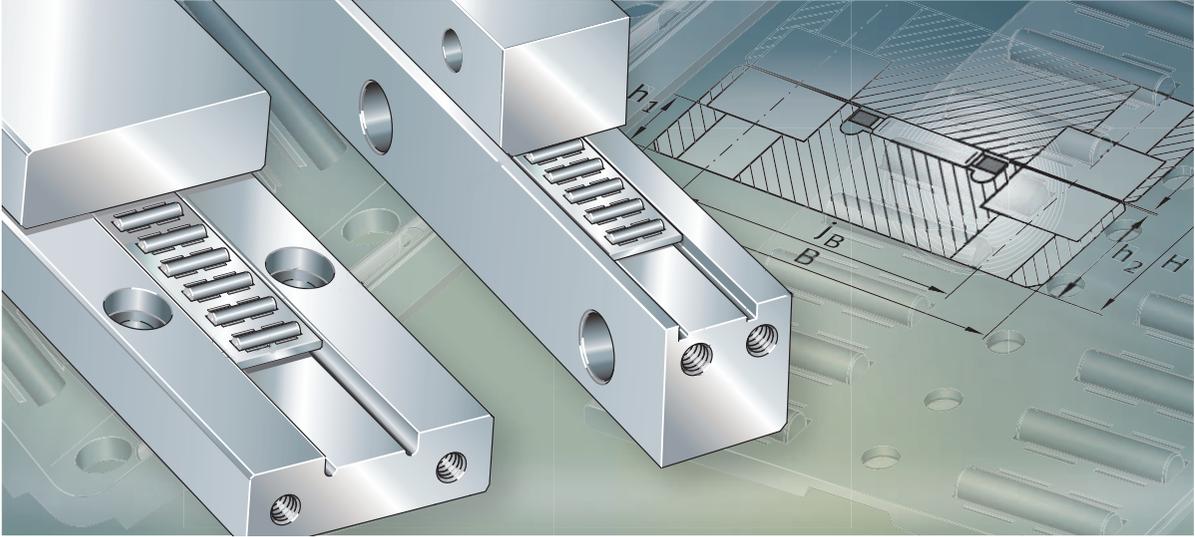


ESM

Maßtabelle · Abmessungen in mm				
Kurzzeichen <sup>1)</sup>	Abmessungen			Führungsschiene
	G	N <sub>2</sub> -0,05 -0,1	h	
<b>ESM-M4</b>	M4	8,5	4,3	<b>M3015, V3015</b>
<b>ESM-M6</b>	M6	11,5	6,5	<b>M4020, V4020, M4525, V4525, M5025, V5025</b>
<b>ESM-M8</b>	M8	15	8,5	<b>M6035, V6035, M6535, V6535</b>
<b>ESM-M10</b>	M10	18,5	10,5	<b>M7040, V7040</b>
<b>ESM-M12</b>	M12	20	12,5	<b>M8050, V8050, M8550, V8550</b>

<sup>1)</sup> Einsatzmuttern getrennt bestellen, siehe Befestigung der Führungsschienen, Seite 63.  
Einsatzmuttern ESM für Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 verwenden.



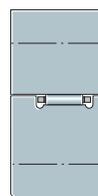


# J- und S-Führungsschienen

mit Nadelrollen-Flachkäfig

## J- und S-Führungsschienen

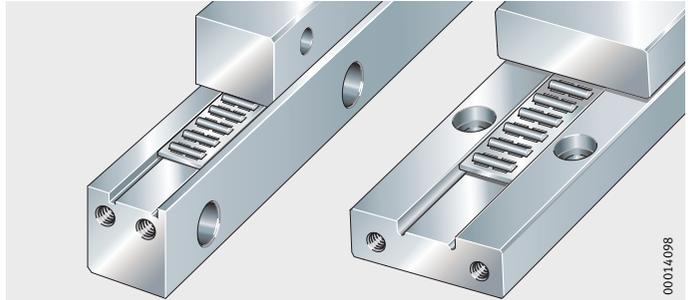
	Seite
<b>Produktübersicht</b>	J- und S-Führungsschienen ..... 140
<b>Merkmale</b>	Lineare Loslager ..... 141
	Führungsschienen ..... 141
	Nadelrollen-Flachkäfige ..... 142
	Betriebstemperatur ..... 142
	Zubehör ..... 143
	Ausführungsvarianten ..... 144
	Nachsetzzeichen ..... 144
<b>Konstruktions- und Sicherheitshinweise</b>	Offene Anordnung ..... 145
	Einbau ..... 145
<b>Genauigkeit</b>	Qualitätsklassen ..... 146
	Positionstoleranzen ..... 147
<b>Bestellbezeichnung</b>	Ausstattung für fünf Achsen ..... 148
<b>Maßtabelle</b>	J- und S-Führungsschienen ..... 150
	Endstücke ..... 154
	Abstreifer ..... 155
	Einsatzmutter ..... 156



# Produktübersicht J- und S-Führungsschienen

## Flachkäfigführung

J/S



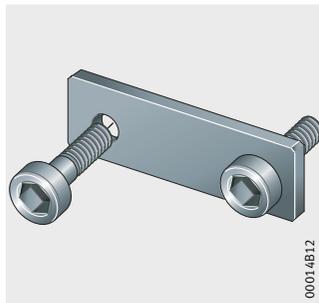
## Nadelrollen-Flachkäfige

FF, H

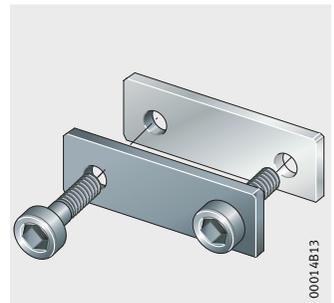


## Zubehör Endstücke Abstreifer

EJ



EAJ



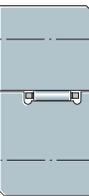
## Einsatzmutter

ESM



# J- und S-Führungsschienen

<b>Merkmale</b>	Diese Flachkäfigführungen bestehen aus Führungsschienen der Bauform J und S, zwischen die sehr tragfähige und steife Nadelrollen-Flachkäfige angeordnet sind. Um hohe Lasten sicher aufzunehmen, haben die Käfige eine große Anzahl von Nadelrollen.
<b>Lineare Loslager</b>	Die Führungen werden als lineare Loslager 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.
<b>Führungsschienen</b>	Die Führungsschienen sind aus durchgehärtetem Stahl gefertigt und haben feingeschliffene Laufbahnen und Auflageflächen. Ihre Härte beträgt mindestens 670 HV. Die Führungsschiene führt den Flachkäfig zwischen Borden.
<b>Befestigungsbohrungen</b>	<p>Unterschiedliche Bohrungstypen (B03, B15) ermöglichen flexible Befestigungslösungen. Standard ist der Bohrungstyp B15, siehe Maßtabelle, Seite 150.</p> <p>Die Lage der ersten und letzten Befestigungsbohrung <math>a_L</math> und <math>a_R</math> hängt von der Schienenlänge ab und ist an beiden Enden einer Schiene gleich groß, siehe Bohrbilder der Führungsschienen, Seite 64.</p> <p>Serienmäßige Gewindebohrungen an den Stirnseiten dienen zur Fixierung der Endstücke oder Abstreifer.</p>
<b>Konstruktionslänge</b>	<p>Die Schienen sind flexibel bis zur maximalen Standard-Fertigungslänge von 1000 mm einteilig lieferbar.</p> <p>Führungsschienen über der angegebenen Maximallänge werden mehrteilig geliefert. Für mehrteilige Schienen ist die Gesamtlänge bei der Bestellung anzugeben. Einteilige Überlängen sind auf Anfrage lieferbar.</p>



# J- und S-Führungsschienen

## Nadelrollen-Flachkäfige

Die Nadelrollen-Flachkäfige sind, je nach Baugröße, ein- oder zweireihig und werden zwischen den Borden der Führungsschiene (Bauform J) geführt.

### Wälzkörper

Für die eingesetzten Nadel- und Zylinderrollen wird ein durchgehärteter Wälzlagerstahl nach DIN 17 230 verwendet. Die Härte der Wälzkörper ist mindestens 670 HV, ihre Güteklasse G2.

Nadelrollen sind nach DIN 5 402-3, ISO 3 096-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.

Die Abmessungen und Toleranzen der Zylinderrollen entsprechen DIN 5 402-1.

### Käfigwerkstoffe

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 freiliegenden Käfigenden.

Kunststoffkäfige sind eine kostengünstige Lösung für einfache Betriebsbedingungen.

## Betriebstemperatur

Nadelrollen-Flachkäfige FF sind aus Kunststoff. Der Käfig-Typ eignet sich für Temperaturen bis +120 °C. Der Nadelrollen-Flachkäfig H ist aus Metall und lässt Temperaturen bis +150 °C zu.



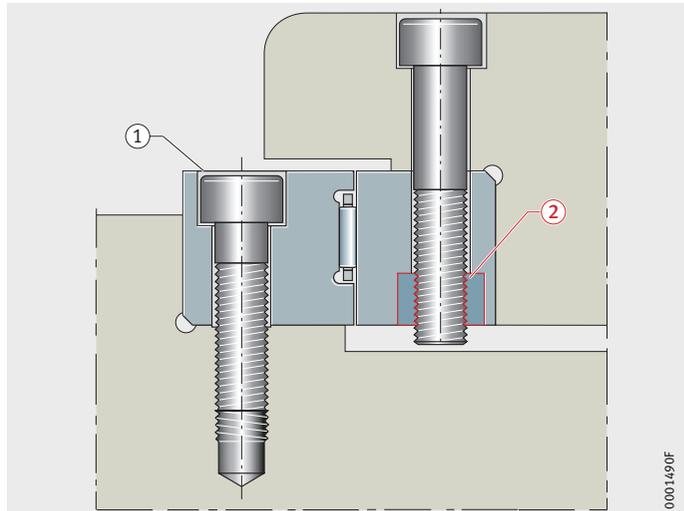
Bei Flachkäfigführungen mit Abstreifern aus Kunststoff sind die Betriebstemperaturen auf +100 °C begrenzt!

**Zubehör** Funktionales Zubehör komplettiert die Führungen, siehe Maßtabellen.

**Endstück** Endstücke EJ sind aus Stahl und werden mit Befestigungsschrauben geliefert. Sie verhindern, dass der Käfig aus der Belastungszone wandert.

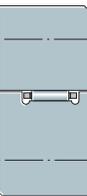
**Abstreifer** Abstreifer EAJ schützen die Laufbahnen des Wälzsystems bei normalen Betriebsbedingungen vor Schmutz. Sie werden aus Kunststoff gefertigt, ihre Stützplatte ist aus Stahl. Die Abstreifer eignen sich für Temperaturen bis +100 °C und werden mit Befestigungsschrauben geliefert.

**Einsatzmutter** Einsatzmutter ESM ermöglichen den Umbau des Bohrungstyps B15 (Senklochbohrung) zu einer Bohrung mit Gewinde, *Bild 1*.



- ① Bohrungstyps B15
- ② Einsatzmutter ESM

*Bild 1*  
Bohrung mit Einsatzmutter



# J- und S-Führungsschienen

## Ausführungsvarianten

Lieferbar sind:

- Protect A: Dünnschichtverchromte Schienen für den Verschleiß- und Korrosionsschutz (Nachsetzzeichen KD)
- Protect B: Dünnschichtverchromte Schienen für hohen Korrosions- und Verschleißschutz (Nachsetzzeichen KDC)
- Laufbahneinläufe an den Schienenenden (Nachsetzzeichen E2)
- Stirnseiten der Schienen ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1)
- Linke Stirnseite der Führungsschiene ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1L)
- Rechte Stirnseite der Führungsschiene ohne Bohrungen (Nachsetzzeichen E1R).

## Nachsetzzeichen

Nachsetzzeichen der lieferbaren Varianten, siehe Tabelle.

### Lieferbare Varianten

Nachsetzzeichen	Beschreibung
E1	Schienen ohne Bohrungen an den Stirnseiten
E1L	Linke Stirnseite der Schienen ohne Bohrungen
E1R	Rechte Stirnseite der Schienen ohne Bohrungen
E2	Laufbahneinläufe am Schienenende
KD	Beschichtung für Verschleiß- und Korrosionsschutz
KDC	Beschichtung für hohen Korrosions- und Verschleißschutz

## Konstruktions- und Sicherheitshinweise

### Offene Anordnung

Bei Verwendung der Führungsschienen J und S zusammen mit Führungsschienen M und V in offener Anordnung ist zur Vermeidung von Kantenlasten eine sorgfältige Höhenabstimmung erforderlich, Höhenunterschied  $\Delta H$ , Seite 66.

Die satzweise Abstimmung der Kombination von M/V- und J/S-Führungsschienen in offener Anordnung ermöglicht den Einbau ohne Zwischenlage oder ML-Führungsschiene. Bei den Anschluss- teilen ist dabei auf dem Nennwert der Differenzhöhe die Toleranz  $\Delta H$  einzuhalten, *Bild 14*, Seite 66.

### Einbau

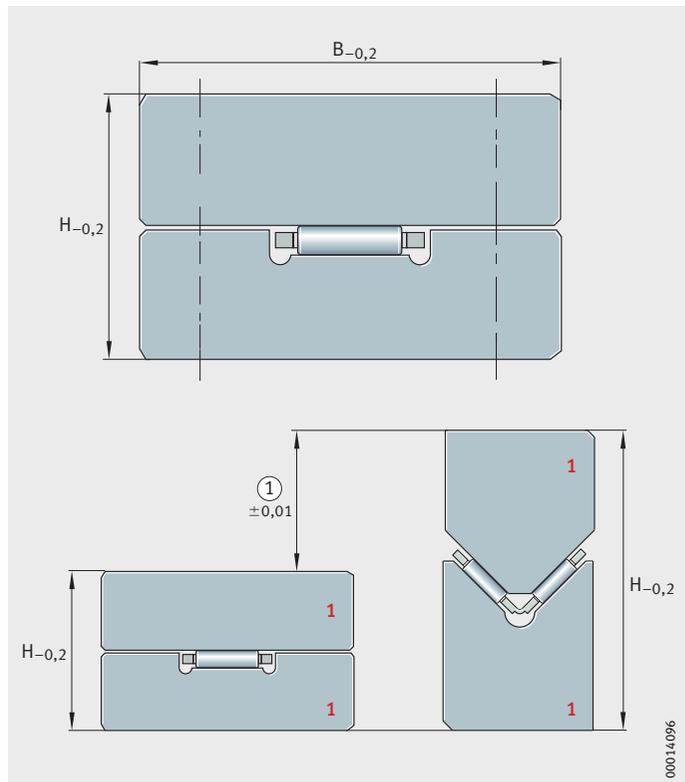
Beim Einbau sind folgende Hinweise zu beachten:

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

Die Toleranzen der Schienenprofile zeigt *Bild 2*.

- ① Differenzhöhe
- B = Einbaubreite
- H = Einbauhöhe

*Bild 2*  
Toleranzen der Profile

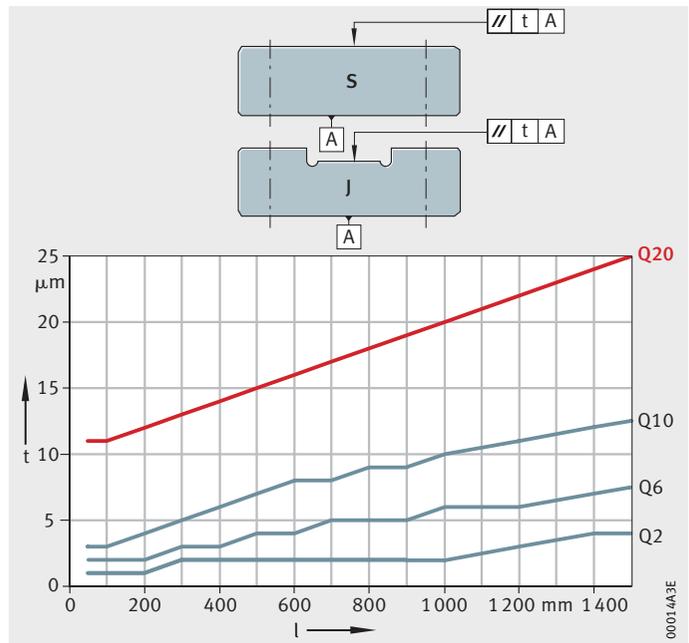


# J- und S-Führungsschienen

## Genauigkeit Qualitätsklassen

J- und S-Führungsschienen gibt es in den Qualitätsklassen Q2, Q6, Q10 und Q20, *Bild 3*:

- Q2 wird für höchste Anforderungen bei Präzisionsmaschinen eingesetzt. Diese Qualität ist nur dann anzuwenden, wenn auch die Umgebungsstruktur 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.



t = Zulässige Abweichung  
bei Differenzmessung  
l = Schienenlänge

*Bild 3*  
Qualitätsklassen  
der Führungsschienen

## Positionstoleranzen

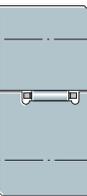
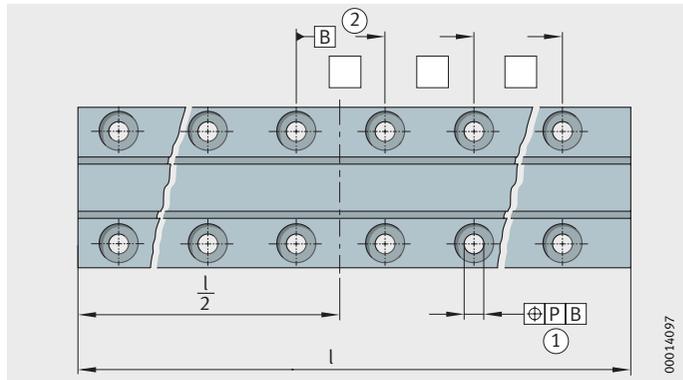
In der Anschlusskonstruktion muss eine Positionstoleranz von  $\varnothing 0,2$  mm eingehalten werden, siehe Tabelle und *Bild 4*.

### Positionstoleranzen der Befestigungsbohrungen

J-/S-Führungsschiene	Positionstoleranz p	Schienenlänge l mm
J/S3015	1,05	1 500
J/S4020	1,3	
J/S4525	1,3	
J/S5025	1,3	
J/S6035	1,8	
J/S6535	1,8	
J/S7040	2,3	
J/S8050	1,8	
J/S8550	1,8	

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

*Bild 4*  
 Positionstoleranzen des Bohrbildes



# J- und S-Führungsschienen

## Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung Ausstattung für fünf Achsen

■ Schienen für offene Anordnung	J und S
■ Hub	S 200 mm
Profilgröße	4025
Bohrungstyp	B15
Länge der Schienen: J-Schiene	l 750
S-Schiene	l 750
Qualität der Schienen	Q10
Nadelrollen-Flachkäfige aus Metall	H
Länge der Flachkäfige, siehe Abschnitt Ermittlung der Käfiglänge	l <sub>k</sub> 440 mm

### Ermittlung der Käfiglänge

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

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

$$l_k = 750 - 3 \cdot 100 - 10 \text{ mm}$$

$$l_k = 440 \text{ mm}$$

### Bestellbezeichnung

5×**J4025×750-B15-Q10**

5×**S4025×750-B15-Q10**

5×**H15×440**, Bild 5.

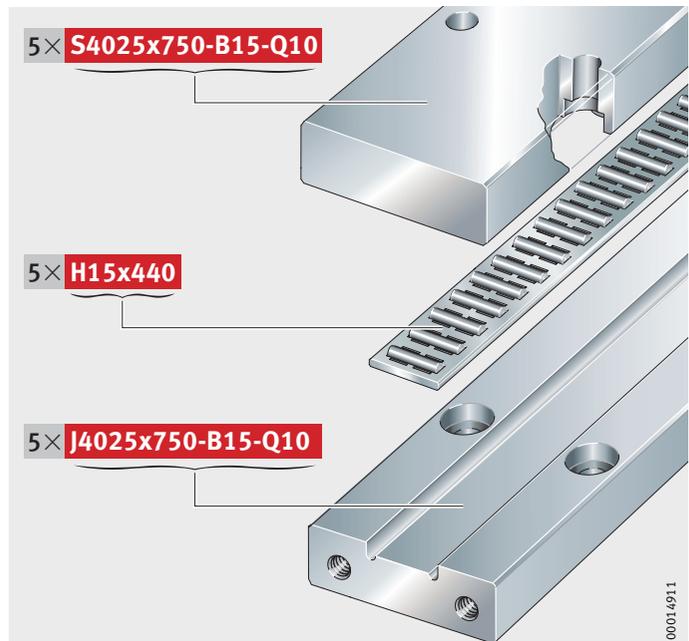
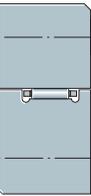
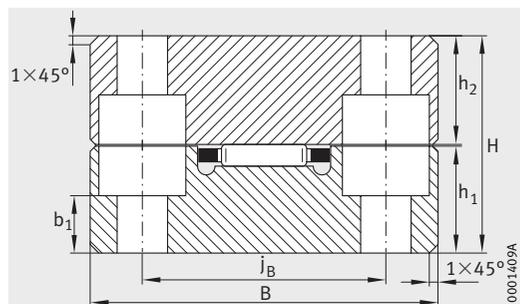


Bild 5  
Bestellbezeichnung,  
Bestellbeispiel



# J- und S-Führungsschienen

mit Nadelrollen-Flachkäfig  
flache Ausführung



J und S

**Maßtabelle** · Abmessungen in mm

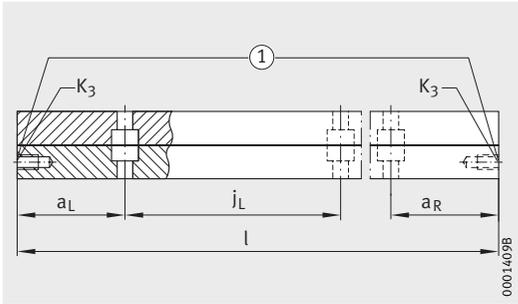
Kurzzeichen		Abmessungen			Anschlussmaße					
		l <sup>1)</sup>	H	B	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	j <sub>B</sub>	j <sub>L</sub> <sup>2)</sup>	a <sub>L</sub> , a <sub>R</sub>
<b>J3525</b>	–	1 500	25	35	11,8	–	6	22	80	15
–	<b>S3525</b>				–	13	–	22		
<b>J4025</b>	–	1 500	25	40	12,3	–	6,5	28	80	15
–	<b>S4025</b>				–	12,5	–	28		
<b>J5030</b>	–	1 500	30	50	14,8	–	8	35	100	15
–	<b>S5030</b>				–	15	–	35		
<b>J5530</b>	–	1 500	30	55	15,3	–	8,5	40	100	15
–	<b>S5530</b>				–	14,5	–	40		

1) Überlängen auf Anfrage.

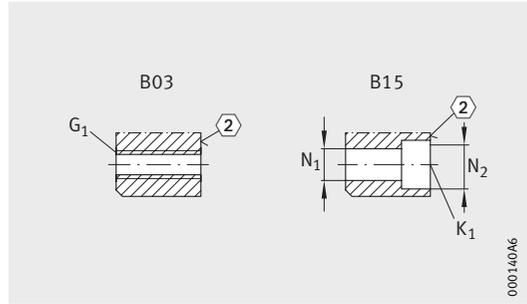
2) Für Länge  $L < j_L + 2 \cdot a_L$  min ist  $j_L = 50$  mm.

3) Beschreibung, Zubehör, Seite 143.

4) ① Bohrungen für Abstreifer, Endstück  
② Beschriftung

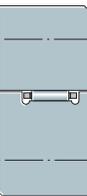


J und S  
①<sup>4)</sup>



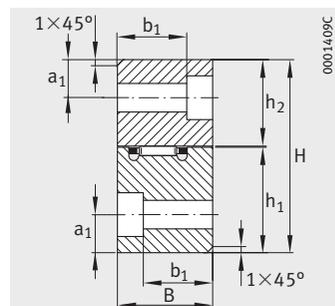
Bohrungstypen  
②<sup>4)</sup>

		Befestigungsschrauben		Winkel-Flachkäfige		Zubehör <sup>3)</sup>		
N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	K <sub>1</sub> DIN 912-8.8	G <sub>1</sub>	Kunststoff	Metall	Endstücke		Einsatzmutter
						ohne Abstreifer	mit Abstreifer	
6,25	10,5	M5	M5	FF2010	H10	EJ35	EAJ35	ESM-M5-D10
			–			–		
6,25	10,5	M5	M5	FF2515	H15	EJ40	EAJ40	ESM-M5-D10
			–			–		
7,5	11,5	M6	M6	FF3020	H20	EJ50	EAJ50	ESM-M6
			–			–		
7,5	11,5	M6	M6	FF3525	H25	EJ55	EAJ55	ESM-M6
			–			–		



# J- und S-Führungsschienen

mit Nadelrollen-Flachkäfig  
hohe Ausführung



J und S

**Maßtabelle** · Abmessungen in mm

Kurzzeichen		Abmessungen			Anschlussmaße						
		<sup>1)</sup>	H	B	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	j <sub>L</sub> <sup>2)</sup>	a <sub>L</sub> , a <sub>R</sub> <sup>3)</sup>	T <sub>5</sub>
										min.	min.
<b>J5025</b>	–	800	50	25	27,7	–	10	18,2	80	20	15
–	<b>S5025</b>				–	22					
<b>J6035</b>	–	1 000	60	35	34,7	–	11	26	100	20	20
–	<b>S6035</b>				–	25					
<b>J7040</b>	–	1 500	70	40	39,7	–	13	29	100	20	25
–	<b>S7040</b>				–	30					
<b>J8050</b>	–	1 500	80	50	44,7	–	14	37	100	20	30
–	<b>S8050</b>				–	35					

<sup>1)</sup> Überlängen auf Anfrage.

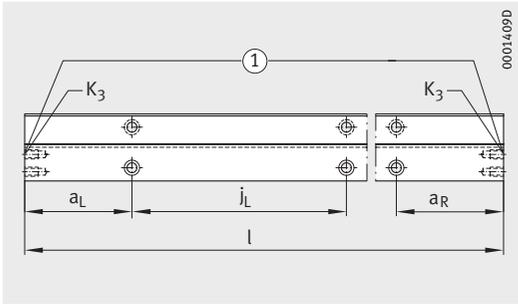
<sup>2)</sup> Für Länge  $L < j_L + a_{L \min} + a_{R \min}$  ist  $j_L = 50$  mm.

<sup>3)</sup>  $a_L$  und  $a_R$  sind von der Schienenlänge abhängig.  
Die Mindest-Werte dürfen nicht unterschritten werden.

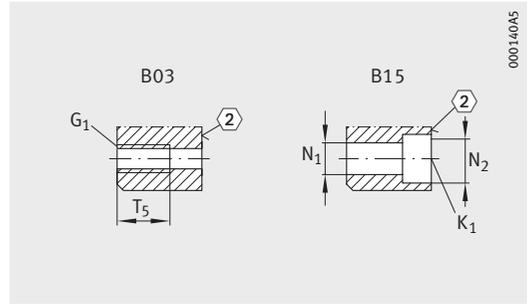
<sup>4)</sup> Beschreibung, Zubehör, Seite 143.

<sup>5)</sup> ① Bohrungen für Abstreifer, Endstück

② Beschriftung

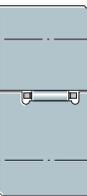


J und S  
① 5)



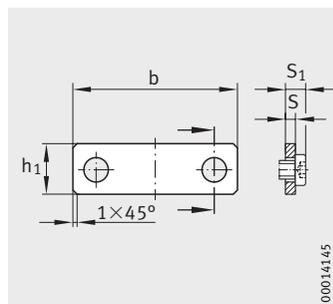
Bohrungstypen  
② 5)

		Befestigungsschrauben		Winkel-Flachkäfige		Zubehör <sup>4)</sup>		
N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	K <sub>1</sub> DIN 912-8.8	G <sub>1</sub>	Kunststoff	Metall	Endstücke		Einsatzmutter
						ohne Abstreifer	mit Abstreifer	
6,25	10,5	M6	M6	<b>FF2515</b>	<b>H15</b>	<b>EJ5025</b>	<b>EAJ5025</b>	<b>ESM-M6</b>
						–	–	
6,25	10,5	M8	M8	–	<b>H24ZW</b>	<b>EJ6035</b>	<b>EAJ6035</b>	<b>ESM-M8</b>
						–	–	
7,5	11,5	M10	M10	–	<b>H34ZW</b>	<b>EJ7040</b>	<b>EAJ7040</b>	<b>ESM-M10</b>
						–	–	
7,5	11,5	M12	M12	–	<b>H44ZW</b>	<b>EJ8050</b>	<b>EAJ8050</b>	<b>ESM-M12</b>
						–	–	



# Endstück

Baureihe EJ



EJ

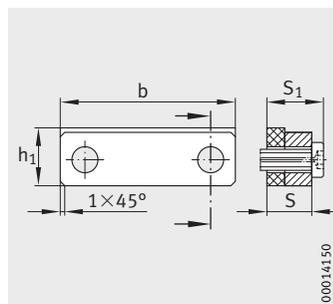
**Maßtabelle** · Abmessungen in mm

Führungsschiene	Kurzzeichen <sup>1)</sup>	Abmessungen			
	EJ	b	h <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> max.	S
<b>J3525</b>	<b>EJ35</b>	34	11	6	3
<b>J4025</b>	<b>EJ40</b>	39	12	6	3
<b>J5030</b>	<b>EJ50</b>	49	14	6,5	3
<b>J5530</b>	<b>EJ55</b>	54	15	6,5	3
<b>J5025</b>	<b>EJ5025</b>	24	16,6	6,5	3
<b>J6035</b>	<b>EJ6035</b>	34	17	6,5	3
<b>J7040</b>	<b>EJ7040</b>	39	16,8	6,5	3
<b>J8050</b>	<b>EJ8050</b>	49	18,2	6,5	3

<sup>1)</sup> Die Endstücke werden mit Befestigungsschrauben nach DIN 7 984 geliefert.

# Abstreifer

Baureihe EAJ

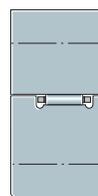


EAJ

**Maßtabelle** · Abmessungen in mm

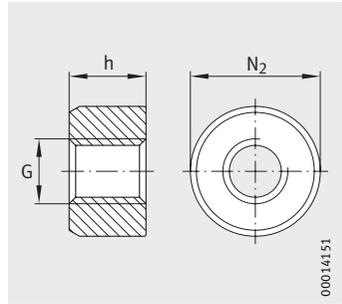
Führungsschiene	Kurzzeichen <sup>1)</sup>	Abmessungen			
	EAJ	b	h <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> max.	S
<b>J3525</b>	<b>EAJ35</b>	34	11,6	8,5	5
<b>J4025</b>	<b>EAJ40</b>	39	12,3	8,5	5
<b>J5030</b>	<b>EAJ50</b>	49	14,3	8,5	5
<b>J5530</b>	<b>EAJ55</b>	54	14,8	8,5	5
<b>J5025</b>	<b>EAJ5025</b>	24	16,9	8,5	5
<b>J6035</b>	<b>EAJ6035</b>	34	17,3	8,5	5
<b>J7040</b>	<b>EAJ7040</b>	39	17,1	8,5	5
<b>J8050</b>	<b>EAJ8050</b>	49	18,7	8,5	5

<sup>1)</sup> Die Endstücke werden mit Befestigungsschrauben nach DIN 7 984 geliefert.



# Einsatzmutter

Baureihe ESM

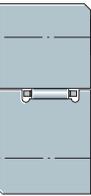


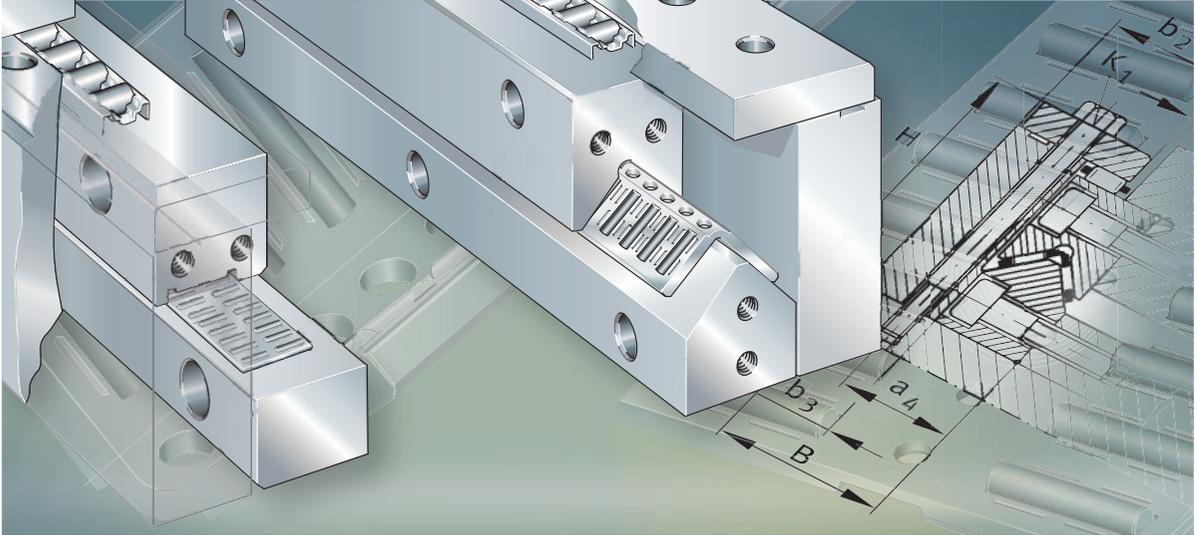
ESM

**Maßtabelle** · Abmessungen in mm

Kurzzeichen <sup>1)</sup>	Abmessungen			Führungsschiene
	G	N <sub>2</sub> -0,05 -0,1	h	
<b>ESM-M5/D10</b>	M5	10	5,5	<b>J3525, S3525, J4025, S4025</b>
<b>ESM-M6</b>	M6	11,5	6,5	<b>J5025, S5025, J5030, S5030, J5530, S5530</b>
<b>ESM-M8</b>	M8	15	8,5	<b>J6035, S6035</b>
<b>ESM-M10</b>	M10	18,5	10,5	<b>J7040, S7040</b>
<b>ESM-M12</b>	M12	20	12,5	<b>J8050, S8050</b>

<sup>1)</sup> Einsatzmuttern getrennt bestellen, siehe Befestigung der Führungsschienen, Seite 63.  
Einsatzmuttern ESM für Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 verwenden.



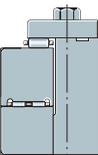


# L-Umgriffsystem

mit Nadelrollen-Flachkäfig

# L-Umgriffsystem

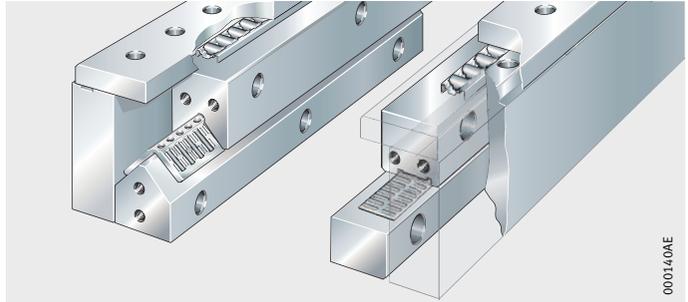
	Seite
<b>Produktübersicht</b>	L-Umgriffsystem ..... 160
<b>Merkmale</b>	Umgriffe ..... 162
	Lineare Fest-Loslager-Einheit ..... 162
	Führungsschienen ..... 162
	Nadelrollen-Flachkäfige ..... 163
	Betriebstemperatur ..... 163
	Lieferausführung ..... 163
	Zubehör ..... 163
	Ausführungsvarianten ..... 163
	Nachsetzzeichen ..... 163
<b>Konstruktions- und Sicherheitshinweise</b>	Einbau ..... 164
	Berechnung der Grenzlasten ..... 164
<b>Genauigkeit</b>	Qualitätsklassen ..... 165
<b>Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung</b>	Ausstattung für eine Achse ..... 166
<b>Maßtabelle</b>	L-Umgriffsystem ..... 168
	Endstücke ..... 170



# Produktübersicht L-Umgriffsystem

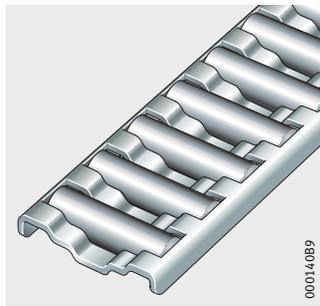
## Umgriffsystem

LUE

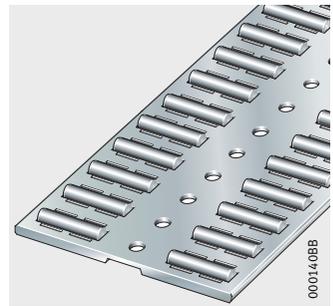


**Flachkäfige**  
Nadelrollen-Flachkäfige  
einreihig oder zweireihig

BF

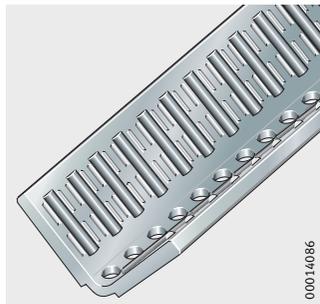


H...ZW



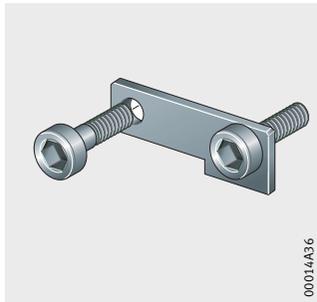
**Winkel-Flachkäfig**  
mit Nadelrollen

HW



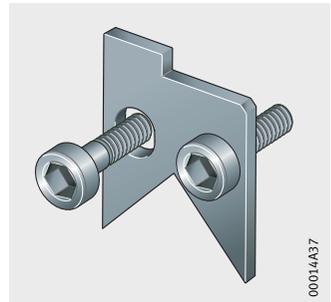
**Zubehör**  
**Endstücke**

**ELU**



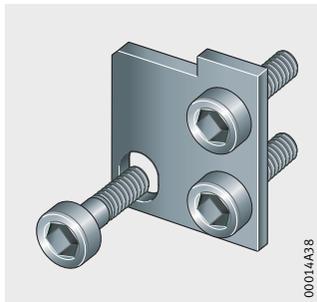
00014A36

**EMLU**

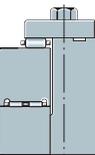


00014A37

**EJLU**



00014A38



# L-Umgriffsystem

<b>Merkmale</b>	L-Umgriffsystem sind Baueinheiten, die aus einer Festführung mit den Führungsschienen der Bauform M und V, einer Losführung mit den Führungsschienen der Bauform S und J sowie Zylinderrollen-Flachkäfigen bestehen. Der L-Umgriff spannt beide Führungen vor.
<b>Umgriffe</b>	Die Umgriffe bestehen aus einer weichen Distanzleiste und einer gehärteten Umgriffleiste.
<b>Lineare Fest-Loslager-Einheit</b>	<p>Die Aufteilung in eine Fest- und eine Loslager-Einheit führt dazu, dass sich das System bei Wärmedehnungen nicht verspannt. Die Umgriffsysteme werden eingesetzt, wenn Führungen hochgenau, äußerst starr und tragfähig sein müssen und die Anschlusskonstruktion nicht durch Vorspannkräfte und Wärmedehnung verspannt werden darf. Sie haben die höchste Genauigkeit aller wälzgelagerten Linearführungen. Sie 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.</p> <p>Die höchste Tragfähigkeit und Starrheit wird erreicht, wenn die Hauptbelastung in Lastrichtung I oder II wirkt. Nach der Montage entfallen weitere Einstellarbeiten. Das einbaufertige System wird mit den vorgeschriebenen Anziehdrehmomenten montiert. Daraus ergibt sich die genaue Vorspannung.</p> <p>Das System ist nur komplett austauschbar, da alle Bestandteile aufeinander abgestimmt sind.</p>
<b>Führungsschienen</b>	Die Führungsschienen entsprechen dem Standardprogramm der M- und V- sowie der S- und J-Führungsschienen in der Qualität Q2. Sie sind aus durchgehärtetem Stahl gefertigt und haben feingeschliffene Laufbahnen und Auflageflächen. Ihre Härte beträgt mindestens 670 HV.
<b>Befestigungsbohrungen</b>	<p>Unterschiedliche Bohrungstypen (B03 oder B10) ermöglichen flexible Befestigungslösungen. Standard ist der Bohrungstyp B10, siehe Maßtabelle, Seite 168.</p> <p>Die Lage der ersten und letzten Befestigungsbohrung <math>a_L</math> und <math>a_R</math> hängt von der Schienenlänge ab und ist an beiden Enden einer Schiene gleich groß, siehe Bohrbilder der Führungsschienen, Seite 64.</p> <p>Serienmäßige Gewindebohrungen an den Stirnseiten dienen zur Fixierung der Endstücke.</p>

**Nadelrollen-Flachkäfige** Die Flachkäfige sind ein- oder zweireihig, die Schenkel beim Winkel-Nadelrollen-Flachkäfig HW rechtwinklig zueinander angeordnet. Sie führen die Wälzkörper exakt achsparallel und halten diese auf Abstand zueinander.

**Wälzkörper** Für die eingesetzten Nadelrollen wird ein durchgehärteter Wälzlagerstahl nach DIN 17 230 verwendet. Die Härte der Wälzkörper ist mindestens 670 HV, ihre Güteklasse G2.

Nadelrollen sind nach DIN 5 402-3, ISO 3 096-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.

**Käfigwerkstoffe** Als Käfigwerkstoffe werden Leichtmetall und profiliertes Stahlband eingesetzt.

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

**Betriebstemperatur** Nadelrollen-Flachkäfige HW und H..-ZW sind aus Leichtmetall, Nadelrollen-Flachkäfige BF sind aus profiliertem Stahlband. Die Flachkäfige eignen sich für Temperaturen bis +150 °C .

**Lieferausführung** L-Umgriffsysteme werden satzweise geliefert. Die Teile sind bezüglich Abmessungen und Vorspannung aufeinander abgestimmt und mit Satz-Nummern gekennzeichnet, *Bild 1*, Seite 164.

**Zubehör** Funktionales Zubehör komplettiert die Führungen, siehe Maßtabelle.

**Endstücke** Die Endstücke ELU, EMLU und EJLU sind aus Stahl. Sie verhindern, dass der Käfig aus der Belastungszone wandert.

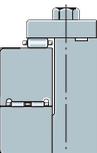
**Ausführungsvarianten** Auf Anfrage lieferbar sind:

- Führungsschienen mit eingengerter Toleranz (Nachsetzzeichen US)
- Protect A: Dünnschichtverchromte Führungsschienen für den Verschleiß- und Korrosionsschutz (Nachsetzzeichen KD)
- Protect B: Dünnschichtverchromte Führungsschienen für hohen Korrosions- und Verschleißschutz (Nachsetzzeichen KDC).

**Nachsetzzeichen** Nachsetzzeichen der lieferbaren Varianten, siehe Tabelle.

**Lieferbare Varianten**

Nachsetzzeichen	Beschreibung
KD	Beschichtung für Verschleiß- und Korrosionsschutz
KDC	Beschichtung für hohen Korrosions- und Verschleißschutz
US	Schienen mit eingengerter Toleranz $\pm 0,005$ für A <sub>1</sub> und A <sub>2</sub>



# L-Umgriffsystem

## Konstruktions- und Sicherheitshinweise

### Einbau

Das Umgriffsystem ist satzweise zu montieren. Die Teile sind aufeinander abgestimmt, dabei ist jeweils die Satz-Nummer zu beachten.

Die Befestigungsschrauben für die Umgriffe müssen mit dem vorgeschriebenem Drehmoment angezogen werden.

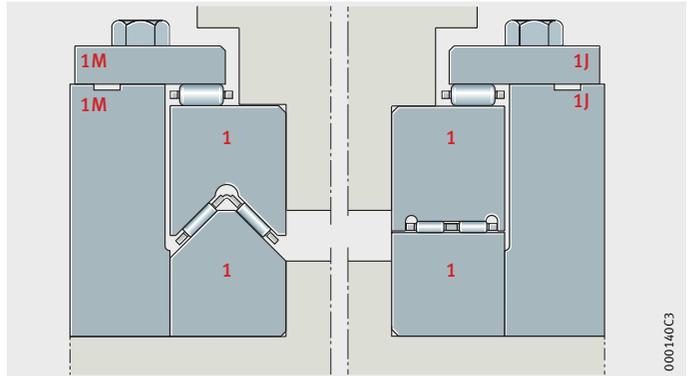


Bild 1  
Satzkenzeichnung der LUE-Einheit

### Berechnung der Grenzlasten

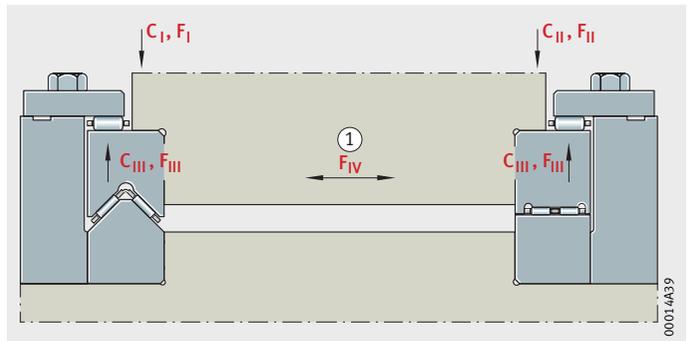
Die Grenzlasten für die effektive Käfiglänge können mit einer Formel berechnet werden. Die Grenzlasten für eine theoretische Käfiglänge von 100 mm sind in den Maßtabellen angegeben, siehe Seite 168.

$$F_{w, I, II, III} = F_{w, I, II, III} \cdot \frac{l_k - 2a_{k1} + j_k}{100}$$

$F_w$	N
Grenzlast	
$l_k$	mm
Länge des Käfigs	
$a_{k1}$	mm
Abstand der ersten oder letzten Taschenmitte vom Käfigende, Bild 1, Maße zur Bestimmung der wirksamen Tragzahl, Seite 24	
$j_k$	mm
Taschenteilung des Flachkäfig-Grundkörpers.	

Bei der Berechnung ist die Ganzzahligkeit von Z zu kontrollieren, siehe Seite 25. Die Hauptlastrichtungen werden durch die Systemvorspannung begrenzt.

Die Hauptlastrichtungen zeigt Bild 2.



① Begrenzt durch die Systemvorspannung

Bild 2  
Hauptlastrichtungen

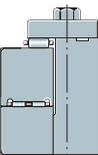
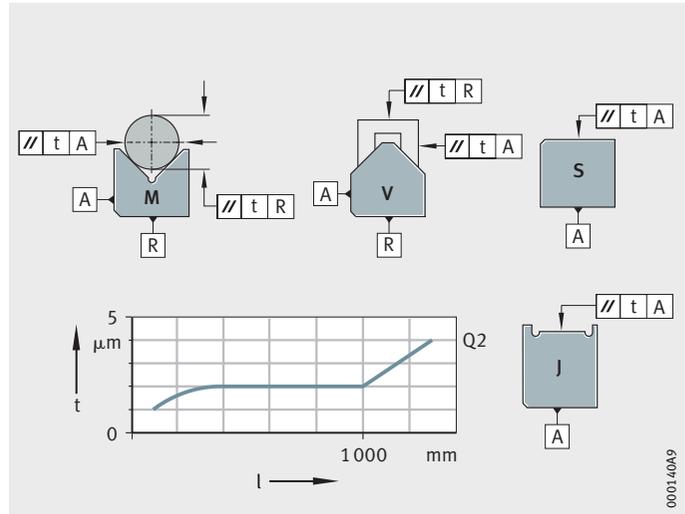
## Genauigkeit Qualitätsklassen

Die Führungsschienen gibt es in der Qualitätsklasse Q2, Bild 3:

- Q2 wird für höchste Anforderungen bei Präzisionsmaschinen eingesetzt. Dabei ist zu beachten, dass auch die Umgebungs-konstruktion eine entsprechend hohe Genauigkeit aufweist.

t = Zulässige Abweichung  
bei Differenzmessung  
l = Schienenlänge

*Bild 3*  
Qualitätsklassen  
der Führungsschienen



# L-Umgriffsystem

## Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung Ausstattung für eine Achse

Auf Anfrage lieferbar.

■ LUE-Einheiten in Konstruktionslänge		LUE	
■ Hub	S	180 mm	
Profilgröße		6035	
L-Umgriff mit Bohrungstyp		B10	
Bohrungstyp der M- und V-Schienen		B15	
Bohrungstyp der J- und S-Schienen		B15	
Länge der Schienen: M-Schiene	l	620 mm	
V-Schiene	l	800 mm	
J-Schiene	l	620 mm	
S-Schiene	l	800 mm	
Winkel-Flachkäfige und Flachkäfige aus Metall für M- und V-Schienen		HW	
Flachkäfig aus Metall für J- und S-Schienen		H	
Flachkäfig aus Metall für L-Umgriff		BF	
Länge des Flachkäfigs, siehe Ermittlung der Käfiglänge	l <sub>k</sub>	520 mm	
Endstücke: M- und V-Schienen		EM	
J- und S-Schienen		EJ	
L-Umgriff		ELU	

### Ermittlung der Käfiglänge

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

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

$$l_k = 800 - 3 \cdot 90 - 10 \text{ mm}$$

$$l_k = 520 \text{ mm}$$

**Bestellbeispiel** 1×**L-Umgriffsystem** nach Vorgabe, bestehend aus jeweils folgenden Komponenten:

2×**LU6035x800-B10**

1×**M6035x620-B15-Q2**

1×**V6035x800-B15-Q2**

1×**J6035x620-B15-Q2**

1×**S6035x800-B15-Q2**

1×**HW20x530**

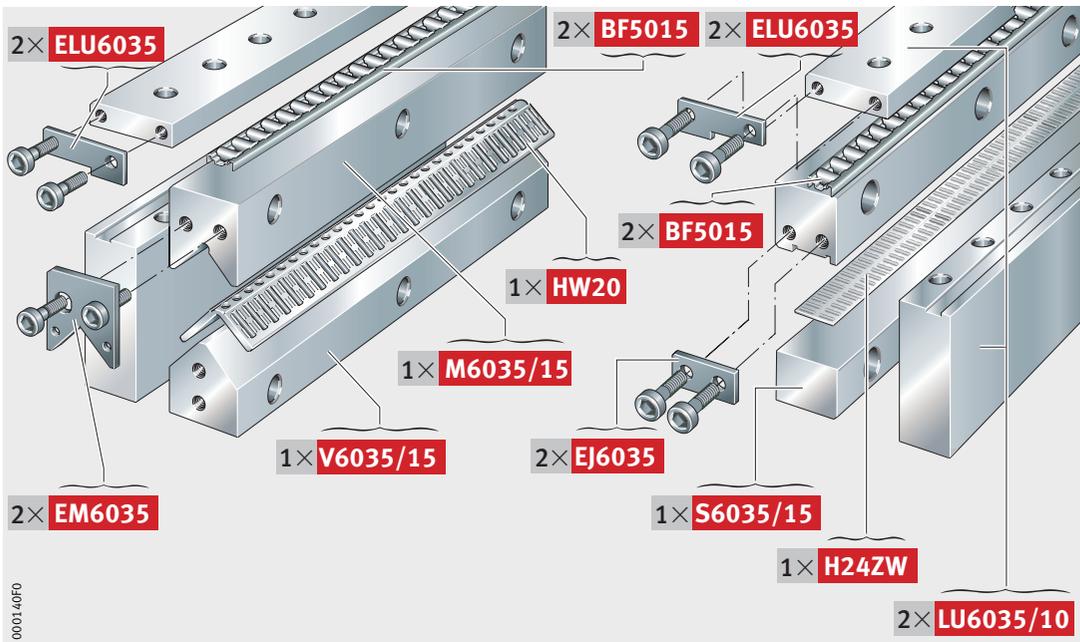
1×**H24-ZWx530**

2×**BF5015x530**

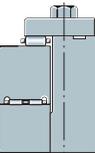
2×**EM6035**

2×**EJ6035**

2×**ELU6035**, Bild 4.

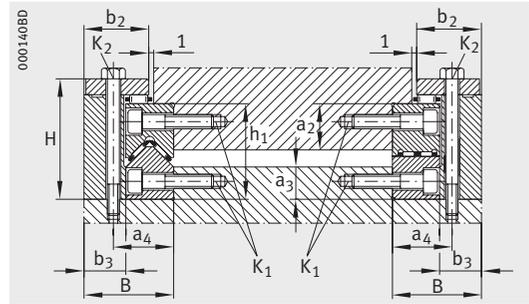


*Bild 4*  
Bestellbeispiel



# L-Umgriffsystem

L-Umgriffsystem  
mit M-/V- und J-/S-Führungsschienen  
mit Nadelrollen- und Zylinderrollen-  
Flachkäfigen



L-Umgriffsystem

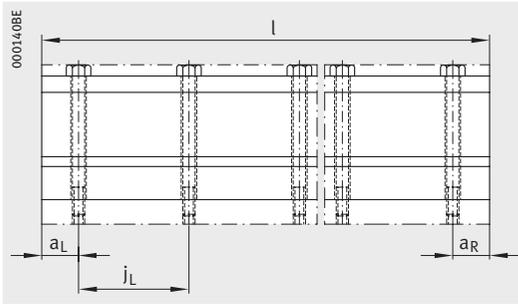
## Maßtabelle · Abmessungen in mm

Kurzzeichen	Abmessungen			Anschlussmaße							
	<sup>2)</sup>	H	B	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	h <sub>1</sub> 0 -0,2	j <sub>L</sub>	a <sub>L</sub> , a <sub>R</sub> min.
<b>LUE5025</b>	800	62	45	27,5	17	31	30	20	50	50	20
<b>LUE6035</b>	1 000	77	60	34,5	20	42	40	25	60	50	20
<b>LUE7040</b>	1 000	89	65	39,5	24	47	40	25	70	50	20
<b>LUE8050</b>	1 000	100	86	44,5	26	61	51	36	80	50	20

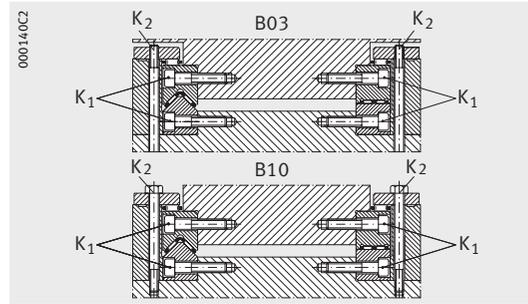
- 1) Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9 verwenden.
- 2) Überlängen auf Anfrage.
- 3) Reibungskoeffizient  $\mu = 0,1$ .
- 4) Für eine theoretische Käfiglänge von 100 mm in Lastrichtung, siehe Seite 164.  
Berechnung der Tragzahlen und der Grenzlaster für effektive Käfiglängen  
sowie Bestimmung von Sicherheiten und Lebensdauer, siehe Seite 164.
- 5) ① Begrenzt durch Systemvorspannung.
- 6) Begrenzt durch Belastbarkeit und Reibschluss der Befestigungsschraube K<sub>1</sub>...
- 7) ⑨ Festführung  
⑩ Losführung
- 8) Anziehdrehmoment M<sub>A</sub>.

## Bestandteile der LUE-Einheit

Kurzzeichen	Umgriff ①	Schienen		Käfige		
		M/V ② ③	J/S ④ ⑤	⑥	⑦	⑧
<b>LUE5025</b>	<b>LUE5025/10</b> <b>LUE5025/03</b>	<b>5025/15</b>	<b>5025/15</b>	<b>HW15</b>	<b>HW15</b>	<b>H10</b>
<b>LUE6035</b>	<b>LUE6035/10</b> <b>LUE6035/03</b>	<b>6035/15</b>	<b>6035/15</b>	<b>HW20</b>	<b>HW24-ZW</b>	<b>BF5015</b>
<b>LUE7040</b>	<b>LUE7040/10</b> <b>LUE7040/03</b>	<b>7040/15</b>	<b>7040/15</b>	<b>HW25</b>	<b>HW34-ZW</b>	<b>BF5015</b>
<b>LUE8050</b>	<b>LUE8050/10</b> <b>LUE8050/03</b>	<b>8050/15</b>	<b>8050/15</b>	<b>HW30</b>	<b>HW44-ZW</b>	<b>BF5015</b>

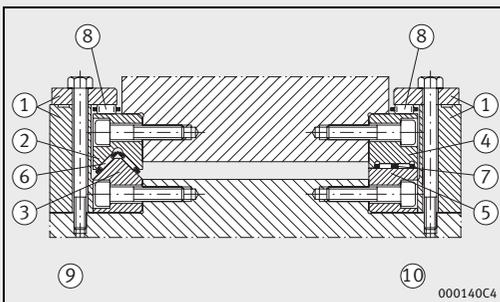


L-Umgriffsystem

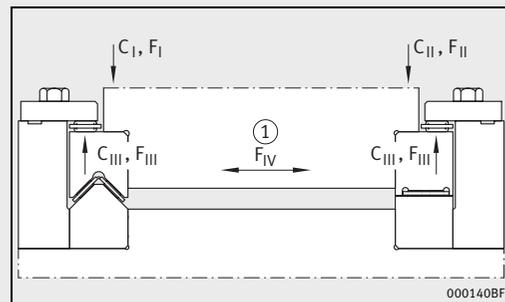


Bohrungstypen

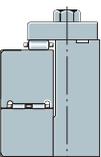
Befestigungsschrauben <sup>3)</sup> K <sub>1</sub> , K <sub>2</sub> <sup>1)</sup>	M <sub>A</sub> <sup>8)</sup> Nm	Tragfähigkeit			Grenzlasten <sup>4)</sup>			
		dyn. Tragzahlen <sup>4)</sup>						
		C <sub>I</sub> N	C <sub>II</sub> N	C <sub>III</sub> N	F <sub>I per</sub> <sup>5)</sup> N	F <sub>II per</sub> <sup>5)</sup> N	F <sub>III per</sub> <sup>6)</sup> N	F <sub>IV per</sub> <sup>6)</sup> N
M6	12	26 200	35 800	21 600	13 840	15 630	1 200	7 500
M8	29	40 300	37 000	69 900	38 690	58 620	1 500	10 000
M10	58	62 900	57 000	69 900	42 500	61 720	2 500	15 000
M12	101	82 700	88 900	69 900	43 150	69 540	4 000	23 000



LUE-Einheit  
⑨, ⑩<sup>7)</sup>

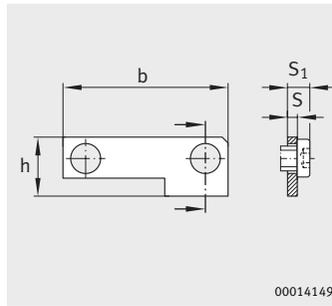


Hauptlastrichtungen  
①<sup>5)</sup>

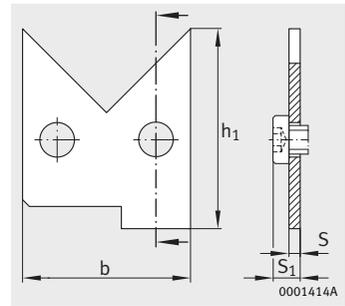


# Endstücke

Baureihen ELU, EMLU, EJLU



ELU

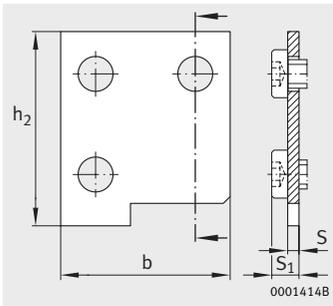


EMLU

## Maßtabelle · Abmessungen in mm

Kurzzeichen	Kurzzeichen <sup>1)</sup>		
	ELU	EMLU	EJLU
LUE5025	<b>ELU5025</b>	–	–
	–	<b>EMLU5025</b>	–
	–	–	<b>EJLU5025</b>
LUE6035	<b>ELU6035</b>	–	–
	–	<b>EMLU6035</b>	–
	–	–	<b>EJLU6035</b>
LUE7040	<b>ELU7040</b>	–	–
	–	<b>EMLU7040</b>	–
	–	–	<b>EJLU7040</b>
LUE8050	<b>ELU8050</b>	–	–
	–	<b>EMLU8050</b>	–
	–	–	<b>EJLU8050</b>

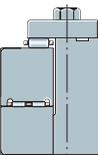
<sup>1)</sup> Die Endstücke werden mit Befestigungsschrauben nach DIN 7 984 geliefert.



EJLU

Abmessungen

b	h <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> max.	S
28,6	11,3	6,5	3
24	31,1	6,5	3
24	29,2	6,5	3
38,6	13,8	6,5	3
34	40,5	6,5	3
34	39	6,5	3
38,6	15,8	6,5	3
39	46,5	6,5	3
39	44	6,5	3
49,6	18,8	6,5	3
49	53,5	6,5	3
49	49	6,5	3





# Flachkäfige

mit Nadelrollen, Zylinderrollen oder Kugeln

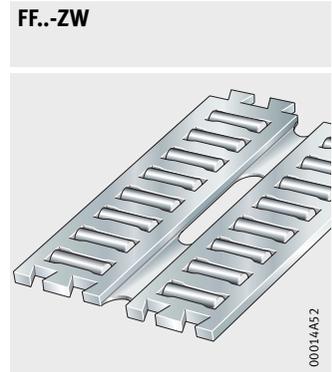
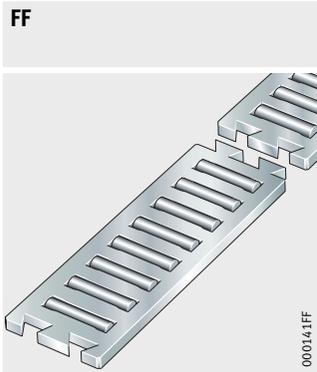
# Flachkäfige

	Seite
<b>Produktübersicht</b>	Flachkäfige..... 174
<b>Merkmale</b>	Wälzkörper..... 176
	Käfigwerkstoffe ..... 176
	Betriebstemperatur ..... 176
	Nadelrollen-Flachkäfige..... 177
	Zylinderrollen-Flachkäfige..... 177
	Kugel-Flachkäfige ..... 177
	Ausführungsvarianten ..... 178
	Nachsetzzeichen ..... 178
<b>Konstruktions- und Sicherheitshinweise</b>	Gestaltung der Laufbahn ..... 179
<b>Genauigkeit</b>	Güteklassen ..... 179
<b>Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung</b>	Nadelrollen-Flachkäfige..... 180
	Winkel-Nadelrollen-Flachkäfige für geschlossene Anordnung .. 181
<b>Maßtabellen</b>	Einreihige Flachkäfige..... 182
	Zweireihige Flachkäfige ..... 184
	Winkel-Flachkäfige ..... 186
	Kugel-Flachkäfige ..... 188

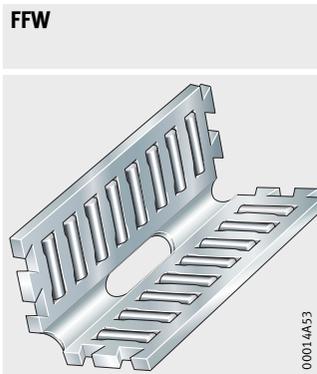


# Produktübersicht Flachkäfige

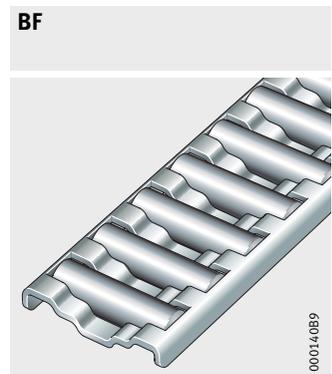
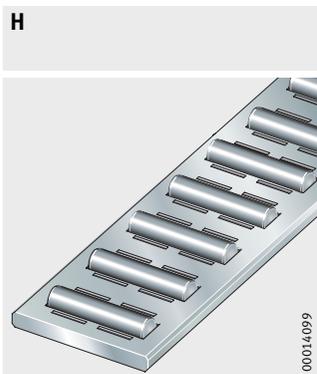
**Nadelrollen-Flachkäfige**  
einreihig oder zweireihig  
aus Kunststoff



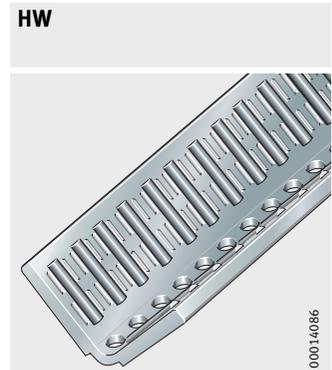
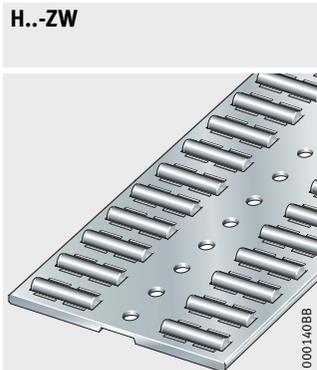
**Nadelrollen-Winkel-Flachkäfig**



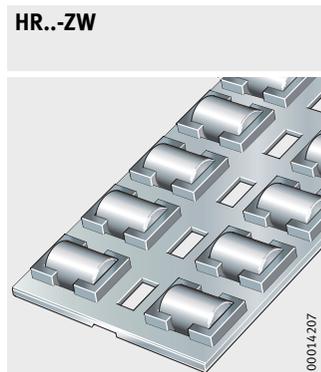
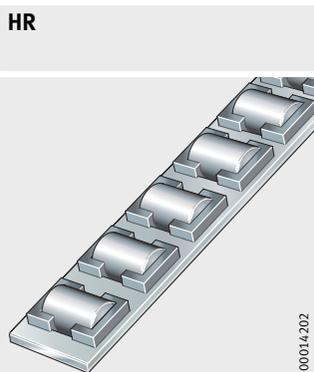
**einreihig oder zweireihig**  
aus Metall



**Winkel-Flachkäfige**



**Zylinderrollen-Flachkäfig**  
einreihig oder zweireihig



**Winkel-Flachkäfig**  
zweireihig



**Kugel-Flachkäfig**  
mehrreihig



# Flachkäfige

<b>Merkmale</b>	<p>Flachkäfige sind ein- oder zweireihig, bestehen abhängig von der Baureihe aus Kunststoff oder Metall und verfügen über eine große Anzahl an Wälzkörpern, die in präzise gefertigten Taschen geführt werden.</p> <p>Die Käfige weisen eine geringe Bauhöhe auf und verfügen bei geringem Gewicht über eine hohe Steifigkeit, so dass sie hoch tragfähig sind. Ihr Einsatz setzt voraus, dass gehärtete und geschliffene Flächen als Laufbahn genutzt werden können. Geliefert werden sie als Einzelteile oder in Verbindung mit Führungsschienen.</p>
<b>Wälzkörper</b>	<p>Für die eingesetzten Nadel- und Zylinderrollen wird ein durchgehärteter Wälzlagerstahl nach DIN 17 230 verwendet. Die Härte der Wälzkörper ist mindestens 670 HV, ihre Güteklasse G2.</p>
<b>Käfigwerkstoffe</b>	<p>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.</p> <p>Kunststoffkäfige sind eine kostengünstige Lösung für einfache Betriebsbedingungen.</p>
<b>Betriebstemperatur</b>	<p>Flachkäfige aus Kunststoff sowie Flachkäfige aus Metall mit Haltestücken (FF, FF.-ZW, FFW, HR.-ZW und HRW) lassen Temperaturen bis +120 °C zu.</p> <p>Flachkäfige aus Metall (H, HW, H.-ZW, BF und HB) lassen Temperaturen bis +150 °C zu.</p>

## Nadelrollen-Flachkäfige

Nadelrollen-Flachkäfige weisen von allen Flachkäfigen die höchste Steifigkeit auf. Sie sind auch in der Ausführung als Winkel-Flachkäfig erhältlich.

Nadelrollen sind nach DIN 5 402-3, ISO 3 096-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.

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



Flachkäfig FF2025-ZW 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°- oder 90°-Winkel zusammengesteckt!

## Zylinderrollen-Flachkäfige

Die Steifigkeit dieser Flachkäfige fällt gegenüber Nadelrollen-Flachkäfigen etwas geringer aus, die Tragfähigkeit ist jedoch vergleichbar hoch. Die Zylinderrollen-Flachkäfige sind auch als Winkel-Flachkäfige lieferbar.

In dem Grundkörper aus Leichtmetall werden mit Kunststoffeinsätzen die Zylinderrollen gehalten und geführt.

Zylinderrollen sind nach DIN 5 402-3, ISO 3 096-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.

Die Abmessungen und Toleranzen der Zylinderrollen entsprechen DIN 5 402-1.

## Kugel-Flachkäfige

Die Wälzkörper bestehen aus mehrreihig angeordneten Kugeln, die im Zweipunktkontakt zu den Laufbahnen stehen.

Durch die hohe Anzahl an Kugeln weist diese Bauform eine hohe statische Tragfähigkeit auf. Sie haben von allen Flachkäfigen die niedrigste Reibung.



# Flachkäfige

## Ausführungsvarianten

Auf Anfrage lieferbar sind:

- Abweichende Käfigwerkstoffe
  - Stahl (Nachsetzzeichen F)
  - Messing (Nachsetzzeichen S)
- Höhere Genauigkeit der Wälzkörper (Nachsetzzeichen G1)
- Korrosionsgeschützte und reibungsgeminderte Käfige (Nachsetzzeichen BK)
- Rundgebogene Käfige.

## Nachsetzzeichen

Nachsetzzeichen der lieferbaren Varianten, siehe Tabelle.

## Lieferbare Varianten

Nachsetzzeichen	Beschreibung
F	Käfigwerkstoff Stahl
S	Käfigwerkstoff Messing
BK	Korrosionsgeschützte und reibungsgeminderte Käfige
G1	Höhere Genauigkeit der Wälzkörper

## Konstruktions- und Sicherheitshinweise Gestaltung der Laufbahn



Laufbahn für Flachkäfige als Wälzlagerlaufbahn ausführen oder Führungsschienen verwenden!

Als Laufbahn eignen sich Führungsschienen. Können solche Schienen nicht verwendet werden, dann sind auch entsprechend ausgeführte Maschinenteile als Laufbahn nutzbar.

Dabei müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Die Rauheit der Laufbahn  $R_a$  darf 0,3 nicht überschreiten
- Die Laufbahnhärte muss mindestens 670 HV (58 HRC) betragen  
Liegt die Härte darunter, müssen die Tragzahlen mit den Härtefaktoren multipliziert werden, siehe *Bild 2*, Seite 26
- Vor dem Vorspannen und der Inbetriebnahme ist auf die richtige Längsposition des Käfigs zu achten
- Beim Auspacken und bei der Montage muss sichergestellt sein, dass die Käfige nicht verbogen werden
- Die Käfige sind bei der Montage vor Verschmutzung zu schützen.

## Genauigkeit Güteklassen

Für die Nadel-Zylinderrollen und Kugeln sind die Güteklassen wie folgt festgelegt:

- Nadelrollen: Güteklasse G2 nach DIN 5402-3
- Zylinderrollen: Güteklasse GN nach DIN 5402-1
- Kugeln: Güteklasse G5 für Flachkäfige der Baureihe HB nach DIN 5402-1.

Auszug aus DIN 5402-1, siehe Tabelle.

Wälzkörper	nach DIN	Güteklasse	Rundheit $\mu\text{m}$	Sortertoleranz $\mu\text{m}$
Nadelrollen	DIN 5402-3	G2	1	2
		G1 <sup>1)</sup>	0,5	1
Zylinderrollen	DIN 5402-1	GN	1	2
		G1	0,5	1
Kugeln	DIN 5402-1	G5	0,13	1

<sup>1)</sup> In DIN 5402 nicht genormt.



# Flachkäfige

## Bestellbeispiel, Bestellbezeichnung Nadelrollen-Flachkäfige

■ Zwei H-Nadelrollen-Flachkäfige

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

Bestellbezeichnung 2×H20×400, Bild 1.

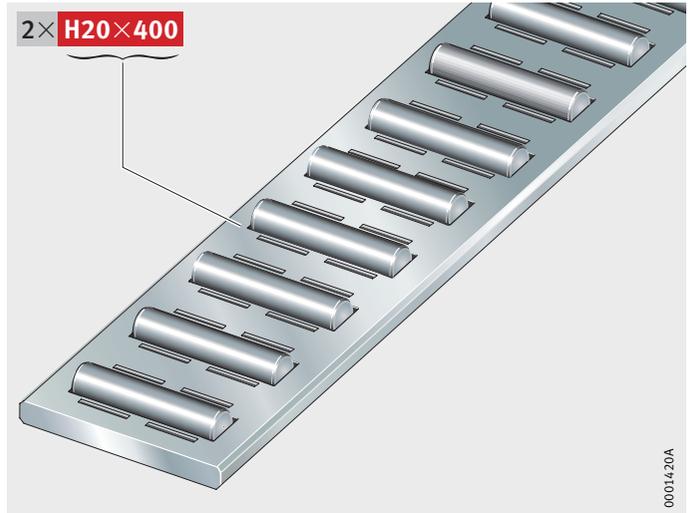


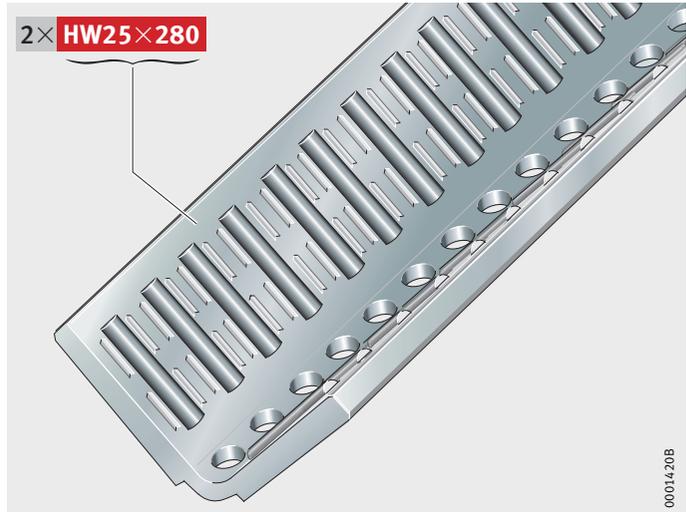
Bild 1  
Bestellbeispiel,  
Bestellbezeichnung

**Winkel-Nadelrollen-  
Flachkäfige  
für geschlossene Führung**

■ Zwei HW-Winkel-Nadelrollen-Flachkäfige für geschlossene Führung

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

**Bestellbezeichnung** 2×HW25×280, Bild 2.



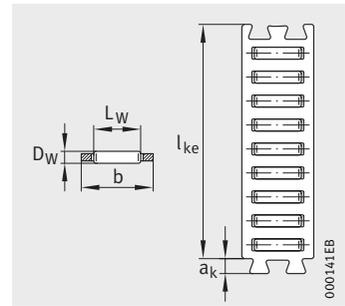
*Bild 2*  
Bestellbeispiel,  
Bestellbezeichnung

00014\_20B



# Flachkäfige

einreihig



FF

**Maßtabelle** · Abmessungen in mm

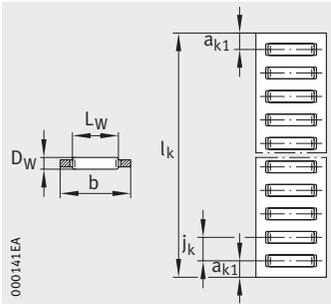
Kurzzeichen				Masse $L_K = 1\ 000\ \text{mm}$ $\approx g$	Abmessungen					
FF	H	BF	HR		$l_k^{1)}$ max.	$D_w$	b	$L_w$	$j_k$	$a_{k1}$
<b>FF2010</b>	–	–	–	46	–	2	10	6,8	–	–
–	<b>H10</b>	–	–	63	4 000	2	10	6,8	4,5	3,5
<b>FF2515</b>	–	–	–	84	–	2,5	15	9,8	–	–
–	<b>H15</b>	–	–	120	4 000	2,5	15	9,8	5	3,5
<b>FF3020</b>	–	–	–	148	–	3	20	13,8	–	–
–	<b>H20</b>	–	–	202	4 000	3	20	13,8	6	4,5
–	–	<b>BF3020</b>	–	342	6 000	3	20	15,8	6	4,5
<b>FF3525</b>	–	–	–	221	–	3,5	25	17,8	–	–
–	<b>H25</b>	–	–	294	4 000	3,5	25	17,8	7	5
–	–	–	<b>HR50</b>	105	4 000	5	10,5	5	10	6,5
–	–	<b>BF5015</b>	–	375	6 000	5	15	11,8	8	5,5
–	–	<b>BF5023</b>	–	530	6 000	5	23	19,8	8	5,5
–	–	<b>BF5032</b>	–	722	6 000	5	32	27,8	8	5,5
–	–	–	<b>HR70</b>	295	4 000	7	17	10	13	8,5
–	–	<b>BF7028</b>	–	875	6 000	7	28	24	11	7,5
–	–	<b>BF7035</b>	–	1 080	6 000	7	35	30	11	7,5
–	–	–	<b>HR100</b>	598	4 000	10	24	14	17	10
–	–	<b>BF12022</b>	–	1 220	6 000	12	22	18	16	10
–	–	<b>BF12040</b>	–	1 970	6 000	12	40	36	16	10

1) Längentoleranz:  $+0/-1 \cdot j_k$ .

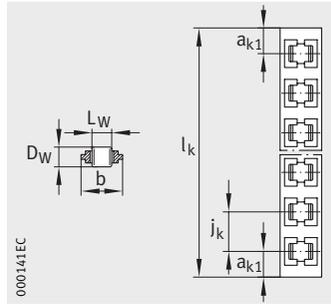
2) Anzahl der Wälzkörper in einem Käfigelement.

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

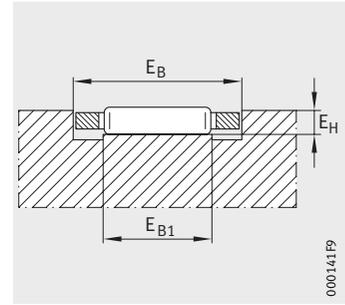
Berechnung der Tragzahlen für effektive Käfiglängen sowie Bestimmung von Sicherheiten und Lebensdauer, siehe Abschnitt Tragfähigkeit und Lebensdauer, Seite 20.



H, BF

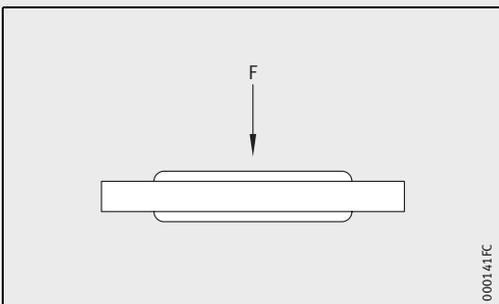


HR



Anschlussmaße

a <sub>k</sub>	l <sub>ke</sub>	Z <sub>e</sub> <sup>2)</sup>	Anschlussmaße			Tragzahlen <sup>3)</sup>		Führungsschiene
			E <sub>B</sub>	E <sub>B1</sub> min.	E <sub>H</sub>	dyn. C N	stat. C <sub>0</sub> N	
2	32	7	10,3 <sup>+0,2</sup>	7	1,7	21 300	61 900	<b>J3525, S3525</b>
-	-	-	10,3 <sup>+0,2</sup>	7	1,7	21 600	62 800	<b>J3525, S3525</b>
2,5	45	8	15,3 <sup>+0,2</sup>	10	2,2	32 700	92 300	<b>J4025, S4025, J5025, S5025</b>
-	-	-	15,3 <sup>+0,2</sup>	10	2,2	35 800	103 800	<b>J4025, S4025, J5025, S5025</b>
3	60	9	20,4 <sup>+0,2</sup>	14	2,7	47 800	133 200	<b>J5030, S5030</b>
-	-	-	20,4 <sup>+0,2</sup>	14	2,7	51 900	148 000	<b>J5030, S5030</b>
-	-	-	20,4 <sup>+0,2</sup>	16	2,7	57 800	170 100	<b>J5030, S5030</b>
3	75	10	25,4 <sup>+0,2</sup>	18	3,2	64 700	177 300	<b>J5530, S5530</b>
-	-	-	25,4 <sup>+0,2</sup>	18	3,2	68 200	190 000	<b>J5530, S5530</b>
-	-	-	10,9 <sup>+0,2</sup>	5	3,4	29 400	50 800	-
-	-	-	15,3 <sup>+0,2</sup>	12	4,6	69 900	154 700	-
-	-	-	23,4 <sup>+0,2</sup>	20	4,6	106 400	265 100	-
-	-	-	32,5 <sup>+0,3</sup>	28	4,6	139 500	375 600	-
-	-	-	17,4 <sup>+0,2</sup>	10	4,8	69 800	114 200	-
-	-	-	28,4 <sup>+0,2</sup>	24	6,5	150 800	331 800	-
-	-	-	35,6 <sup>+0,3</sup>	30	6,5	179 800	416 200	-
-	-	-	24,4 <sup>+0,2</sup>	14	6,5	109 900	174 200	-
-	-	-	22,4 <sup>+0,2</sup>	18	11	178 800	288 300	-
-	-	-	40,5 <sup>+0,3</sup>	36	11	147 600	938 600	-

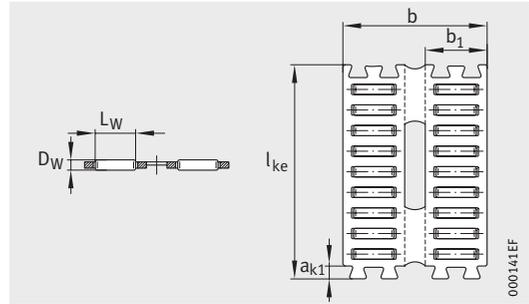


Lastrichtung



# Flachkäfige

zweireihig



FF..-ZW, außer FF2025-ZW

**Maßtabelle** · Abmessungen in mm

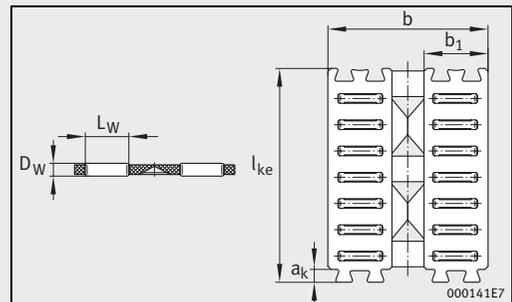
Kurzzeichen			Masse $L_K = 1\ 000\ \text{mm}$ $\approx g$	Abmessungen						
FF..-ZW	H...-ZW	HR..-ZW		$l_k^{1)}$ max.	$D_w$	b	$L_w$	$b_1$	$j_k$	$a_{k1}$
–	<b>H19-ZW<sup>4)</sup></b>	–	219	3 500	2	19,2	4,8	8	4	3
<b>FF2025-ZW</b>	–	–	94	–	2	25	6,8	10	–	–
–	<b>H24-ZW</b>	–	138	4 000	2	24	6,8	10,5	4,5	3,5
<b>FF2535-ZW</b>	–	–	182	–	2,5	35	9,8	15	–	–
–	<b>H34-ZW</b>	–	239	4 000	2,5	33,5	9,8	14,3	5,5	4
<b>FF3045-ZW</b>	–	–	315	–	3	45	13,8	20	–	–
–	<b>H44-ZW</b>	–	408	4 000	3	44	13,8	19	6	4,5
<b>FF3555-ZW</b>	–	–	464	–	3,5	55	17,8	25	–	–
–	<b>H55-ZW</b>	–	598	4 000	3,5	55	17,8	24	7	5
–	–	<b>HR50-ZW</b>	215	4 000	5	24	5	10,5	10	6,5
–	–	<b>HR70-ZW</b>	602	4 000	7	40	10	17	13	8,5
–	–	<b>HR100-ZW</b>	1 233	4 000	10	55	14	24	17	10

1) Längentoleranz:  $+0/-1 \cdot j_k$ .

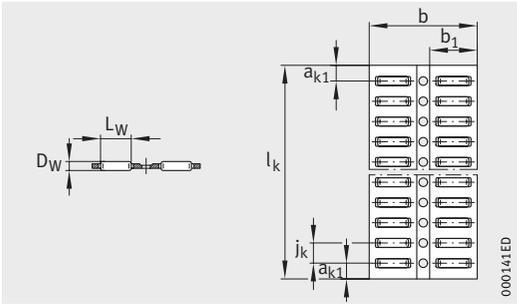
2) Anzahl der Wälzkörper pro Reihe in einem Käfigelement.

3) Für eine theoretische Käfiglänge von 100 mm in Lastrichtung.  
Berechnung der Tragzahlen für effektive Käfiglängen sowie  
Bestimmung von Sicherheiten und Lebensdauer, siehe Abschnitt Tragfähigkeit und Lebensdauer, Seite 20.

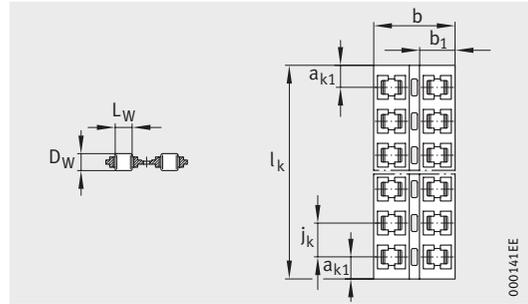
4) Grundkörper Stahl.



FF2025-ZW

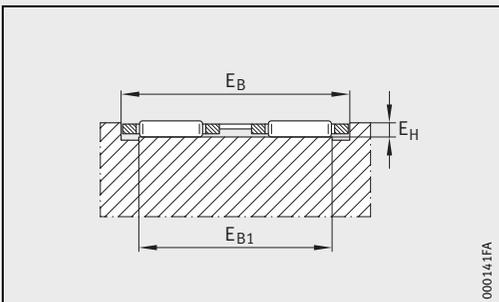


H.-.-ZW

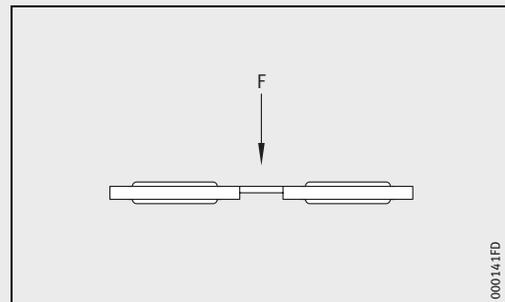


HR.-.-ZW

a <sub>k</sub>	l <sub>ke</sub>	Z <sub>e</sub> <sup>2)</sup>	Anschlussmaße			Tragzahlen <sup>3)</sup>		Führungsschiene
			E <sub>B</sub>	E <sub>B1</sub> min.	E <sub>H</sub>	dyn. C N	stat. C <sub>0</sub> N	
–	–	–	19,6 <sup>+0,2</sup>	17	1,7	30 300	97 200	–
2	32	7	25,4 <sup>+0,2</sup>	22	1,7	36 600	123 700	–
–	–	–	24,4 <sup>+0,2</sup>	21	1,7	37 000	125 700	<b>J6035, S6035</b>
2,4	45	8	35,5 <sup>+0,2</sup>	30	2,2	56 000	184 600	–
–	–	–	34 <sup>+0,2</sup>	28,5	2,2	57 000	188 800	<b>J7040, S7040</b>
3	60	9	45,5 <sup>+0,2</sup>	39	2,7	81 900	266 500	–
–	–	–	44,5 <sup>+0,2</sup>	38	2,7	88 900	296 100	<b>J8050, S8050</b>
3,2	75	10	55,5 <sup>+0,2</sup>	48	3,2	110 900	354 700	–
–	–	–	55,5 <sup>+0,2</sup>	48	3,2	117 000	380 000	–
–	–	–	24,4 <sup>+0,2</sup>	19,5	3,4	50 500	101 600	–
–	–	–	40,5 <sup>+0,2</sup>	34	4,8	112 800	228 400	–
–	–	–	55,5 <sup>+0,2</sup>	46	6,5	188 400	348 300	–



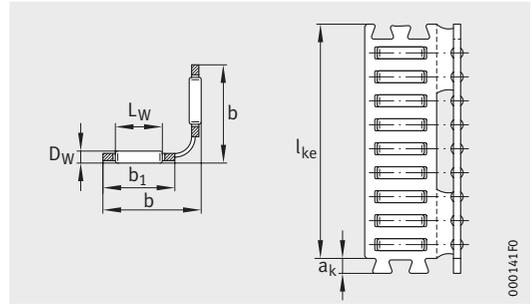
Anschlussmaße



Lastrichtung



# Winkel-Flachkäfige



FFW

**Maßtabelle** · Abmessungen in mm

Kurzzeichen			Masse $L_K = 1\,000\text{ mm}$ $\approx g$	Abmessungen						
FFW	HW	HRW		$l_k^{1)}$ max.	$D_w$	$b$	$L_w$	$b_1$	$j_k$	$a_{k1}$
–	<b>HW10<sup>4)</sup></b>	–	219	3 500	2	10	4,8	8	4	3
<b>FFW2025</b>	–	–	94	–	2	15	6,8	10	–	–
–	<b>HW15<sup>5)</sup></b>	–	138	4 000	2	14	6,8	10,5	4,5	3,5
–	<b>HW16</b>	–	190	4 000	2	16	8,8	13,5	3,8	2,8
<b>FFW2535</b>	–	–	182	–	2,5	20,5	9,8	15	–	–
–	<b>HW20<sup>5)</sup></b>	–	239	4 000	2,5	20	9,8	14,3	5,5	4
<b>FFW3045</b>	–	–	315	–	3	26	13,8	20	–	–
–	<b>HW25</b>	–	408	4 000	3	25	13,8	19	6	4,5
<b>FFW3555</b>	–	–	464	–	3,5	31,5	17,8	25	–	–
–	<b>HW30</b>	–	598	4 000	3,5	30	17,8	24	7	5
–	–	<b>HRW50</b>	215	4 000	5	15,5	5	10,5	10	6,5
–	–	<b>HRW70</b>	602	4 000	7	25	10	17	13	8,5
–	–	<b>HRW100</b>	1 233	4 000	10	34	14	24	17	10

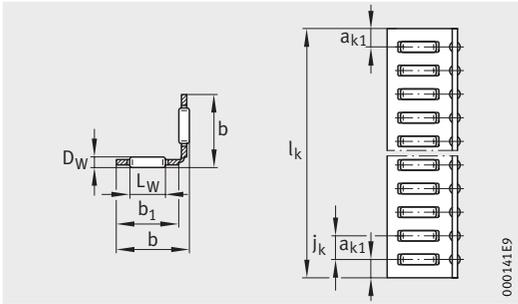
1) Längentoleranz:  $+0/-1 \cdot j_k$ .

2) Anzahl der Wälzkörper pro Reihe in einem Käfigelement.

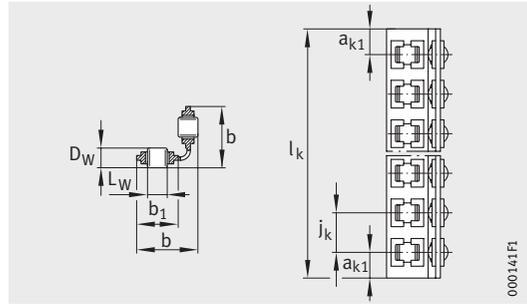
3) Für eine theoretische Käfiglänge von 100 mm in Lastrichtung.  
Berechnung der Tragzahlen für effektive Käfiglängen sowie  
Bestimmung von Sicherheiten und Lebensdauer, siehe Abschnitt Tragfähigkeit und Lebensdauer, Seite 20.

4) Grundkörper Stahl.

5) Höhere Tragzahlen auf Anfrage.

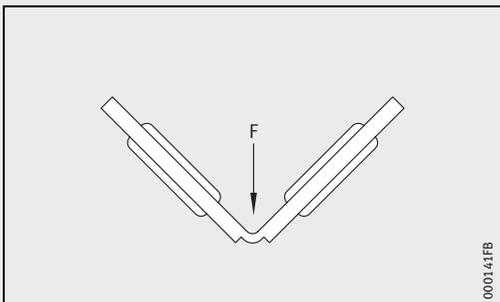


HW



HRW

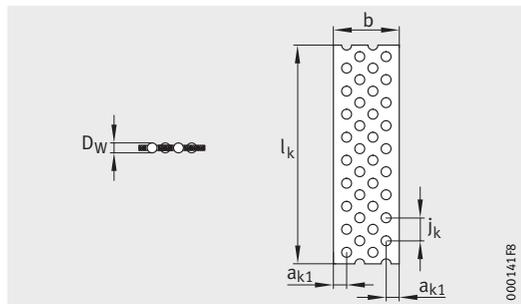
a <sub>k</sub>	l <sub>ke</sub>	Z <sub>e</sub> <sup>2)</sup>	Tragzahlen <sup>3)</sup>		Führungsschiene
			dyn. C N	stat. C <sub>0</sub> N	
–	–	–	21 400	68 700	<b>M3015, V3015</b>
2	32	7	25 900	87 500	<b>M4020, V4020, ML5020, ML5520, M5025; V5025, ML5525 bis ML 7025</b>
–	–	–	26 200	88 900	<b>M4020, V4020, ML5020, ML5520, M5025; V5025, ML5525 bis ML 7025</b>
–	–	–	36 900	138 100	<b>M5025, V5025, ML5525 bis ML7025</b>
2,4	45	8	39 600	130 500	<b>M6035, V6035, ML7035, ML8035</b>
–	–	–	40 300	133 500	<b>M6035, V6035, ML7035, ML8035</b>
3	60	9	57 900	188 400	<b>M7040, V7040, ML8040, ML9040</b>
–	–	–	62 900	209 400	<b>M7040, V7040, ML8040, ML9040</b>
3,2	75	10	78 400	250 800	<b>M8050, V8050, ML9050, ML10050</b>
–	–	–	82 700	268 700	<b>M8050, V8050, ML9050, ML10050</b>
–	–	–	35 700	71 900	<b>M4525, V4525</b>
–	–	–	79 700	161 500	<b>M6535, V6535</b>
–	–	–	133 200	246 300	<b>M8550, V8550</b>



Lastrichtung



# Kugel-Flachkäfige

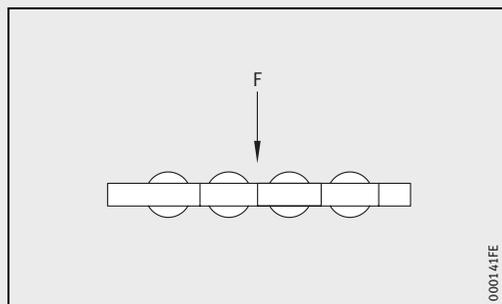


HB

**Maßtabelle** · Abmessungen in mm

Kurzzeichen	Masse $L_K = 1\ 000\ \text{mm}$ $\approx g$	Abmessungen					Tragzahlen <sup>1)</sup>		Führungsschiene
		$l_k$ max.	$D_w$	$b$	$j_k$	$a_{k1}$	dyn. $C$ N	stat. $C_0$ N	
<b>HB2515</b>	95	4 000	2,5	15	3	4,5	3 330	3 040	<b>J4025, S4025, J5025, S5025</b>
<b>HB3020</b>	167	4 000	3	20	3,5	4	5 350	5 000	<b>J5030, S5030</b>
<b>HB3023</b>	187	4 000	3	23	3,5	5,5	5 350	5 000	–
<b>HB4025</b>	250	4 000	4	25	3	5	7 630	6 2200	<b>J5530, S5530</b>

<sup>1)</sup> Für eine theoretische Käfiglänge von 100 mm in Lastrichtung.  
Berechnung der Tragzahlen für effektive Käfiglängen  
sowie Bestimmung von Sicherheiten und Lebensdauer, siehe Abschnitt Tragfähigkeit und Lebensdauer, Seite 20.



Lastrichtung



**Schaeffler Technologies AG & Co. KG**

Berliner Straße 134  
66424 Homburg (Saar)  
[www.schaeffler.de](http://www.schaeffler.de)  
[info.linear@schaeffler.com](mailto:info.linear@schaeffler.com)

In Deutschland:  
Telefon 0180 5003872  
Aus anderen Ländern:  
Telefon +49 6841 701-0

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  
FR1 / 02 / de-DE / DE / 2021-05