

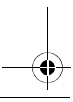
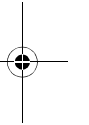
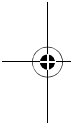
## Technische Grundlagen

- Tragfähigkeit und Lebensdauer
- Reibung
- Schmierung
- Gestaltung der Lagerung
- Betriebsspiel
- Einbau



## Technische Grundlagen

	Seite	
<b>Tragfähigkeit und Lebensdauer</b>	Nominelle Lebensdauer..... 15	15
	Gebrauchsdauer..... 16	16
	Statische Tragsicherheit ..... 16	16
	Einfluss der Wellenlaufbahn auf die Tragzahlen..... 17	17
	Abweichende Härte der Laufbahn ..... 17	17
	Lastrichtung und Stellung der Kugelreihen ..... 18	18
	Hauptlastrichtung..... 18	18
	Linear-Kugellager..... 19	19
	Linear-Kugellager-Einheiten ..... 19	19
	Schiefstellung der Welle..... 25	25
	Lastfaktoren bei der Schiefstellung..... 25	25
	Ausgleich von Winkelfehlern bei der Leichtbau- und Schwerlast-Reihe ..... 26	26
<b>Reibung</b>	Reibungskoeffizient ..... 27	27
	Reibungskoeffizient bei nicht abgedichteten Lagern ..... 27	27
<b>Schmierung</b>	Fettschmierung ..... 28	28
	Aufbau geeigneter Schmierfette..... 28	28
	Erstbefettung und Gebrauchsdauer ..... 28	28
	Nachschmierung von Linear-Kugellagern in Gehäusen ..... 29	29
	Schmiernippel für Gehäuse ..... 29	29
	Einsatz in besonderen Umgebungen ..... 31	31
	Ölschmierung..... 31	31
Geeignete Schmieröle..... 31	31	
<b>Gestaltung der Lagerung</b>	Befestigung..... 32	32
	Linear-Kugellager KH..... 32	32
	Linear-Kugellager KN-B, KB, KS und Gleitlager PAB..... 32	32
	Linear-Kugellager KNO-B, KBO und Gleitlager PABO ..... 33	33
	Linear-Kugellager-Einheiten ..... 34	34
	Abdichtung ..... 35	35
Spalt- oder schleifende Dichtung ..... 35	35	



## Technische Grundlagen

	Seite
<b>Betriebsspiel</b>	
Toleranz und Betriebsspiel .....	36
Einbautoleranzen und Betriebsspiel .....	37
<b>Einbau</b>	
Einbau der Lager.....	38
Linear-Kugellager KH.....	38
Linear-Kugellager KN-B, KNO-B, KB, KBS, KBO, KS, KSO und Linear-Gleitlager PAB, PABO .....	39
Ausrichten der Lager und Wellen .....	40
Hintereinander angeordnete Lager .....	40
Parallel angeordnete Lager.....	40
Sehr lange Führungen mit unterstützter Welle .....	40
Führungen mit spielfreien oder vorgespannten Lagern .....	41
Parallele Tragschienen .....	41
Betriebsspiel einstellen .....	41
Lager spielfrei einstellen .....	41
Vorspannung einstellen .....	41

## Tragfähigkeit und Lebensdauer

Die Größe eines Linear-Kugellagers wird bestimmt von den Anforderungen an seine Belastbarkeit, Lebensdauer und Betriebssicherheit.

Die Tragfähigkeit (Belastbarkeit) wird beschrieben durch die:

- dynamische Tragzahl C
- statische Tragzahl  $C_0$ .

Die Berechnung der dynamischen und statischen Tragzahlen in den Maßtabellen basiert auf DIN 636-1.

### Nominelle Lebensdauer

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

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

$$L_h = \frac{833}{H \cdot n_{osc}} \cdot \left( \frac{C}{P} \right)^3$$

$$L_h = \frac{1666}{\bar{v}} \cdot \left( \frac{C}{P} \right)^3$$

L	m
nominelle Lebensdauer L in 100 000 m	
$L_h$	h
nominelle Lebensdauer in Betriebsstunden	
C	N
dynamische Tragzahl	
P	N
dynamisch äquivalente Belastung	
H	m
einfacher Hub	
$n_{osc}$	$\text{min}^{-1}$
Anzahl der Doppelhübe je Minute	
$\bar{v}$	m/min
mittlere Verfahrgeschwindigkeit.	

## Tragfähigkeit und Lebensdauer

### Gebrauchsdauer

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

Zu vorzeitigem Ausfall durch Verschleiß oder Ermüdung können führen:

- Fluchtungsfehler zwischen den Wellen oder den Führungselementen
- Verschmutzung
- unzureichende Schmierung
- oszillierende Bewegungen mit sehr kleinen Hüben (Riffelbildung)
- Vibrationen bei Stillstand (Riffelbildung).

Durch die Vielfalt der Einbau- und Betriebsverhältnisse ist es nicht möglich, die Gebrauchsdauer einer Wellenführung exakt im voraus zu bestimmen. Der sicherste Weg für eine zutreffende Abschätzung der Gebrauchsdauer ist der Vergleich mit ähnlichen Einbaufällen.

### Statische Tragsicherheit

Die statische Tragsicherheit  $S_0$  gibt die Sicherheit gegen unzulässige bleibende Verformungen im Lager an und wird durch folgende Gleichung ermittelt.

#### Achtung!

Für Linear-Kugellager KH und KN..-B muss  $S_0 \geq 4$  sein!

Hinsichtlich der Führungsgenauigkeit und Laufruhe wird  $S_0 \geq 2$  als zulässig angesehen! Bei  $S_0 < 2$  bitte rückfragen!

$$S_0 = \frac{C_0}{P_0}$$

$S_0$   
statische Tragsicherheit

$P_0$   
statisch äquivalente Belastung

$C_0$   
statische Tragzahl.

### Einfluss der Wellenlaufbahn auf die Tragzahlen

Die Tragzahlen in den Maßstabellen gelten nur, wenn eine geschliffene ( $R_a 0,3$ ) und gehärtete Welle (mindestens 670 HV) als Laufbahn dient.

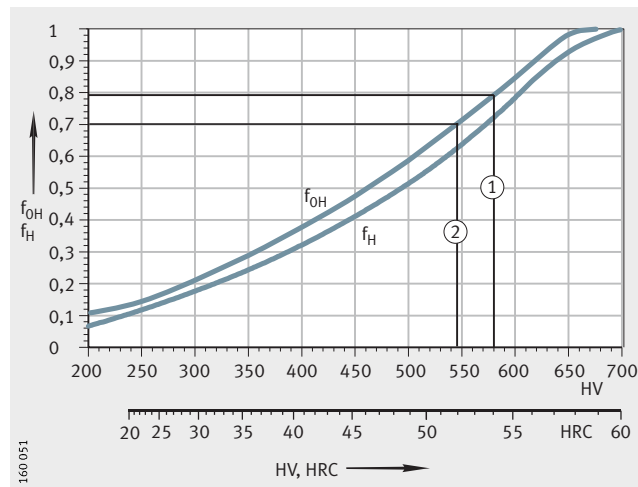
### Abweichende Härte der Laufbahn

Werden Wellen mit einer niedrigeren Oberflächenhärte als 670 HV verwendet (zum Beispiel Wellen aus X46 oder X90), so ist ein Härtefaktor zu berücksichtigen, siehe Gleichungen und *Bild 1*.

$$C_H = f_H \cdot C$$

$$C_{0H} = f_{0H} \cdot C_0$$

C N  
dynamische Tragzahl  
C<sub>0</sub> N  
statische Tragzahl  
C<sub>H</sub> N  
wirksame dynamische Tragzahl  
C<sub>0H</sub> N  
wirksame statische Tragzahl  
f<sub>H</sub> –  
dynamischer Härtefaktor, *Bild 1*  
f<sub>0H</sub> –  
statischer Härtefaktor, *Bild 1*.



- ① X46
- ② X90

*Bild 1*  
statische und dynamische Härtefaktoren bei Minderhärte der Laufbahn

## Tragfähigkeit und Lebensdauer

### Lastrichtung und Stellung der Kugereihen

Die wirksame Tragzahl eines Linear-Kugellagers hängt ab von der Lage der Lastrichtung zur Stellung der Kugereihen:

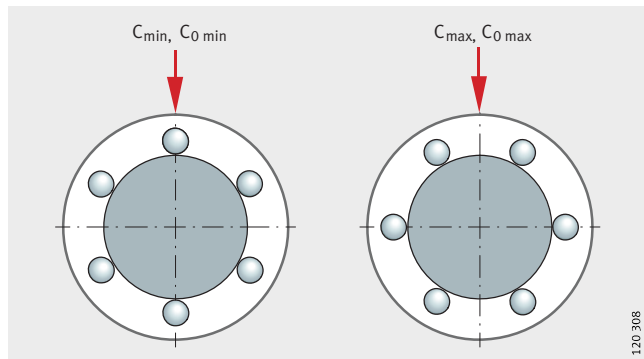
- die niedrigste Tragzahl  $C_{\min}$  und  $C_{0 \min}$  ergibt sich in Scheitelstellung, *Bild 2*
- die höchste Tragzahl  $C_{\max}$  und  $C_{0 \max}$  ergibt sich in Symmetriestellung, *Bild 2*.

Wenn die Lager gerichtet eingebaut werden, kann die maximale Tragzahl genutzt werden. Ist ein gerichteter Einbau nicht möglich oder ist die Belastungsrichtung nicht definiert, so ist von den minimalen Tragzahlen auszugehen.

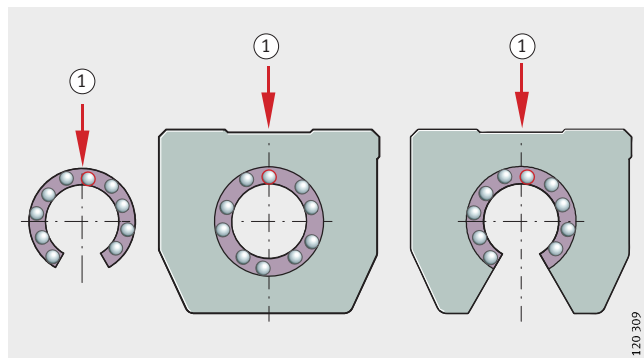
### Hauptlastrichtung

Bei Linear-Kugellagern und Linear-Kugellager-Einheiten, bei denen die Einbaulage der Kugereihen definiert ist, sind die Tragzahlen  $C$  und  $C_0$  in Hauptlastrichtung angegeben, *Bild 3*. Für abweichende Belastungsrichtungen lassen sich die wirksamen Tragzahlen mit den Lastrichtungsfaktoren in *Bild 4* bis *Bild 21* ermitteln.

Ist die Einbaulage der Kugereihen nicht definiert, sind die minimalen Tragzahlen angegeben.



*Bild 2*  
Tragfähigkeit,  
abhängig von der Stellung  
der Kugereihen



① Hauptlastrichtung  
*Bild 3*  
Hauptlastrichtung  
für Lager und Einheiten

**Linear-Kugellager**

Die Tragzahlen in den Maßtabellen sind folgendermaßen definiert:

- Für KH, KN-B, KS, KB und KBS gelten die Minimal- und Maximaltragzahlen nach *Bild 2*.
- Für KNO-B, KSO und KBO gelten die Tragzahlen in Hauptlastrichtung. Bei abweichenden Lastrichtungen siehe *Bild 4 bis Bild 13*.

**Linear-Kugellager-Einheiten**

Die Tragzahlen in den Maßtabellen sind folgendermaßen definiert:

**Kompakt-Reihe**

Für die Einheiten KGHK, KTHK, KGHW, KGHWT gilt die minimale Tragzahl.

**Leichtbau-Reihe**

Für die Einheiten KGN, KTN, KTFN, KGNS, KTNS und die offenen Einheiten KGNO, KTNO, KGNC, KGNOS, KTNOS, KGNCs gilt die Tragzahl in Hauptlastrichtung. Bei abweichenden Lastrichtungen siehe *Bild 10 bis Bild 13*.

**Schwerlast-Reihe**

Für die Schwerlast-Reihe gilt die Tragzahl in Hauptlastrichtung. Bei abweichenden Lastrichtungen siehe *Bild 14 bis Bild 17*.

**Massiv-Reihe**

Für die Einheiten KGB, KGBA, KTB, KGBS, KGBAS gilt die minimale Tragzahl.

Für die offenen Einheiten KGBO, KGBAO gilt die Tragzahl in Hauptlastrichtung. Bei abweichenden Lastrichtungen siehe *Bild 20 und Bild 21*.

**Lastrichtungsfaktoren**

Die Faktoren in *Bild 4 bis Bild 13* berücksichtigen:

$$C_w = f_S \cdot C$$

$C$  N  
dynamische Tragzahl  
 $C_w$  N  
wirksame dynamische Tragfähigkeit  
 $f_S$  –  
dynamischer Lastfaktor für Lastrichtung.

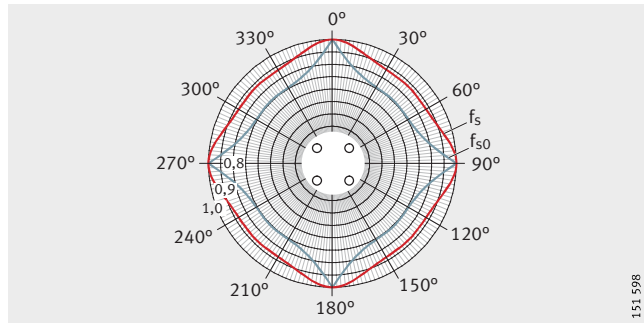
$$C_{0w} = f_{S0} \cdot C_0$$

$C_0$  N  
statische Tragzahl  
 $C_{0w}$  N  
wirksame statische Tragfähigkeit  
 $f_{S0}$  –  
statischer Lastfaktor für Lastrichtung.

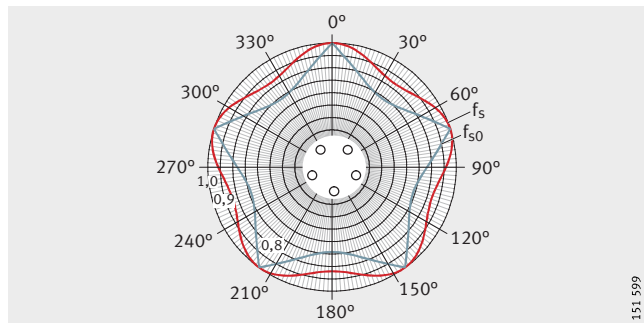


## Tragfähigkeit und Lebensdauer

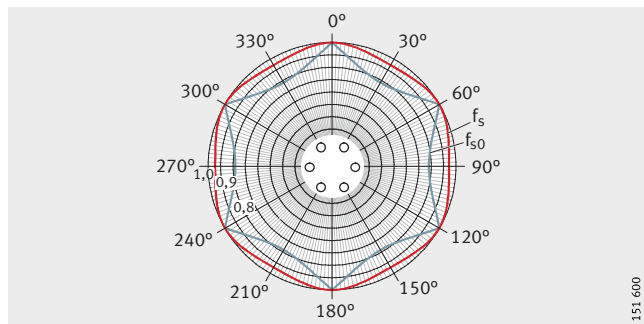
*Bild 4*  
**Kompakt-Reihe**  
Lastrichtungsfaktor für  
KH06, KH08, KH10



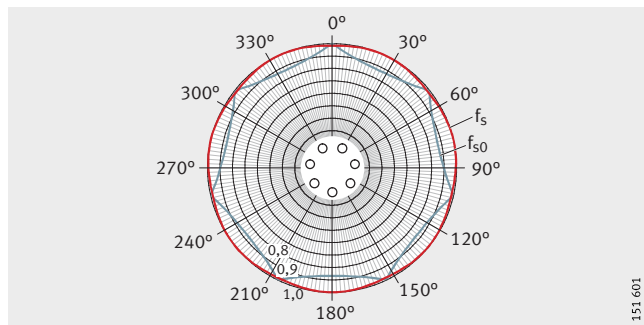
*Bild 5*  
**Kompakt-Reihe**  
Lastrichtungsfaktor für  
KH12, KH14, KH16

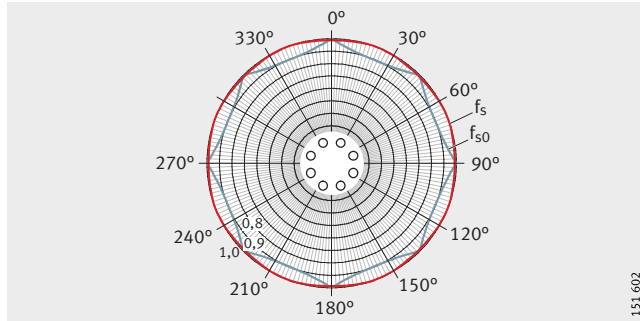


*Bild 6*  
**Kompakt-Reihe**  
Lastrichtungsfaktor für  
KH20, KH25

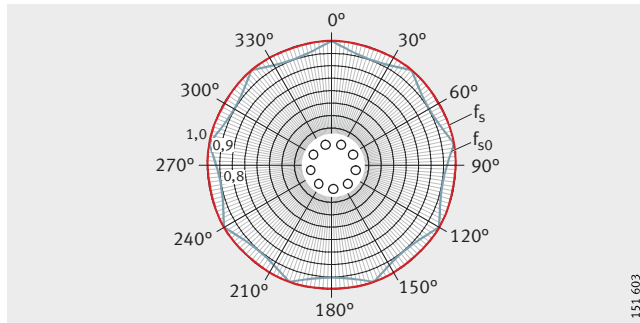


*Bild 7*  
**Kompakt-Reihe**  
Lastrichtungsfaktor für  
KH30





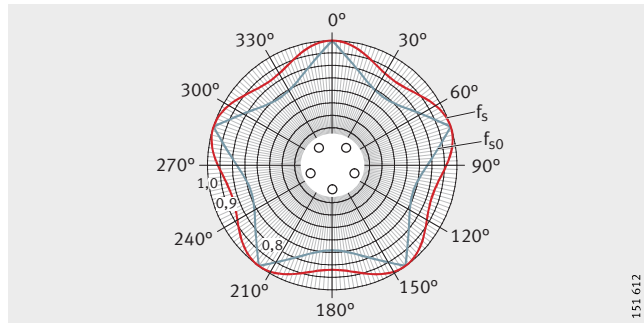
*Bild 8*  
**Kompakt-Reihe**  
Lastrichtungsfaktor für  
KH40



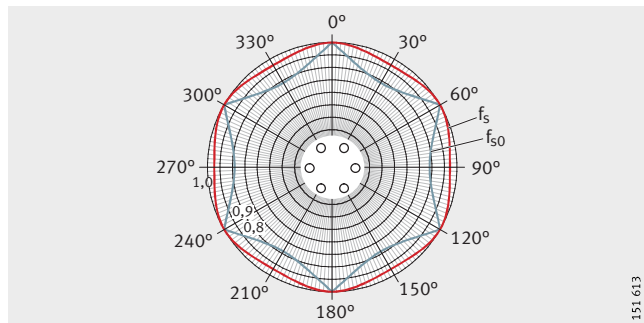
*Bild 9*  
**Kompakt-Reihe**  
Lastrichtungsfaktor für  
KH50

## Tragfähigkeit und Lebensdauer

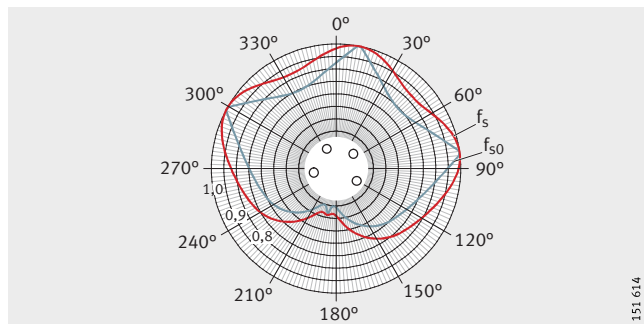
*Bild 10*  
**Leichtbau-Reihe**  
 Lastrichtungsfaktor für  
 KN12-B, KN16-B



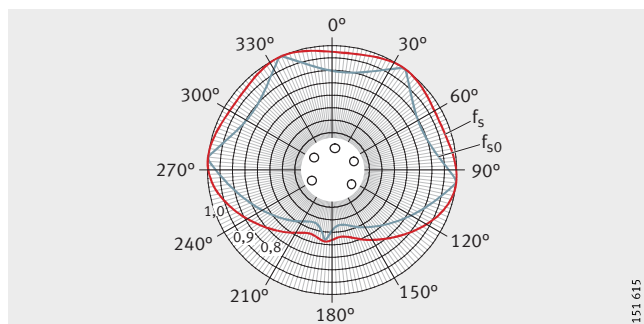
*Bild 11*  
**Leichtbau-Reihe**  
 Lastrichtungsfaktor für  
 KN20-B, KN25-B, KN30-B,  
 KN40-B, KN50-B

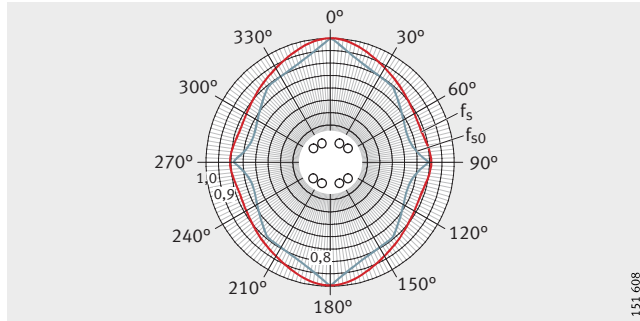


*Bild 12*  
**Leichtbau-Reihe**  
 Lastrichtungsfaktor für  
 KNO12-B, KNO16-B



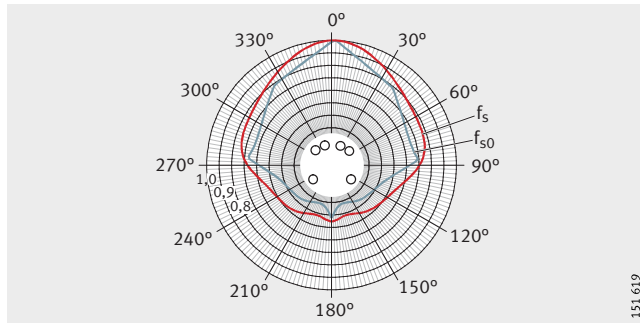
*Bild 13*  
**Leichtbau-Reihe**  
 Lastrichtungsfaktor für  
 KNO20-B, KNO25-B, KNO30-B,  
 KNO40-B, KNO50-B





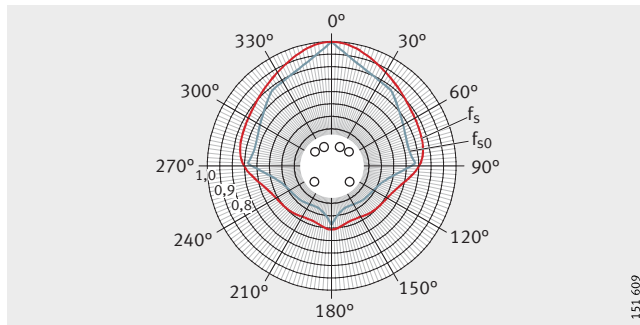
**Bild 14**  
**Schwerlast-Reihe**  
 Lastrichtungsfaktor für  
 KS12, KS16, KS20, KS25, KS30,  
 KS40, KS50

151 608



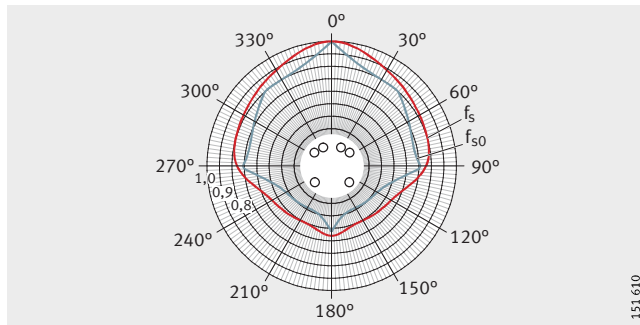
**Bild 15**  
**Schwerlast-Reihe**  
 Lastrichtungsfaktor für  
 KS012, KS016

151 619



**Bild 16**  
**Schwerlast-Reihe**  
 Lastrichtungsfaktor für  
 KS020, KS025

151 609

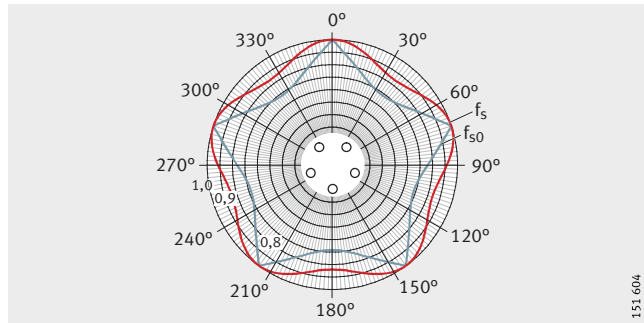


**Bild 17**  
**Schwerlast-Reihe**  
 Lastrichtungsfaktor für  
 KS030, KS040, KS050

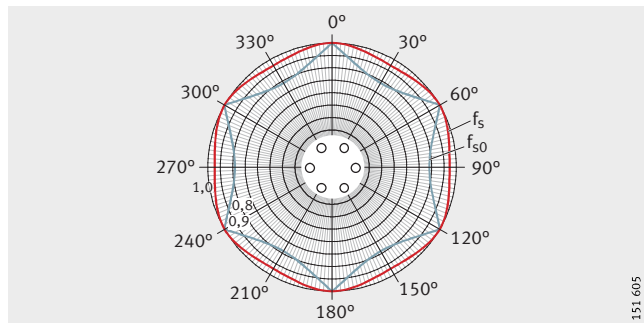
151 610

## Tragfähigkeit und Lebensdauer

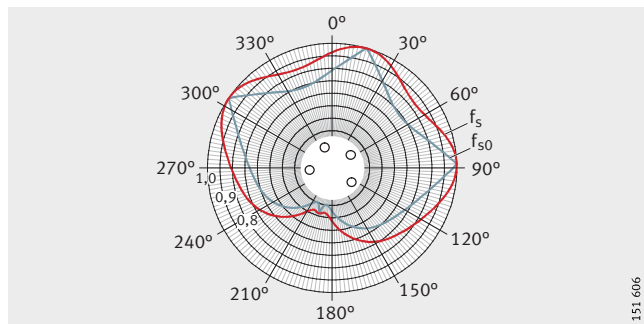
*Bild 18*  
**Massiv-Reihe**  
 Lastrichtungsfaktor für  
 KB12, KB16



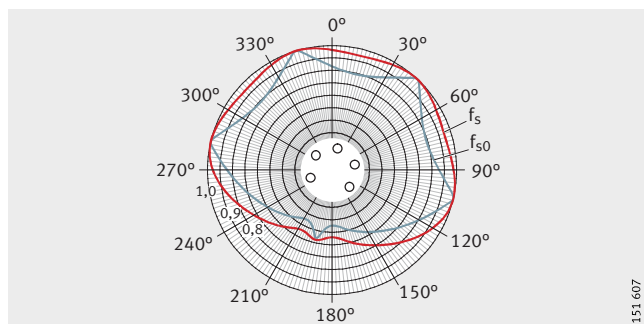
*Bild 19*  
**Massiv-Reihe**  
 Lastrichtungsfaktor für  
 KB20, KB25, KB30, KB40, KB50



*Bild 20*  
**Massiv-Reihe**  
 Lastrichtungsfaktor für  
 KBO12, KBO16



*Bild 21*  
**Massiv-Reihe**  
 Lastrichtungsfaktor für  
 KBO20, KBO25, KBO30,  
 KBO40, KBO50



## Schiefstellung der Welle

Laufqualität und Gebrauchsdauer der Linear-Kugellager werden durch die Schiefstellung der Welle beeinträchtigt. Deshalb sollten Führungen mit einer Welle mindestens zwei Lager haben, Führungen mit zwei Wellen mindestens drei Lager.

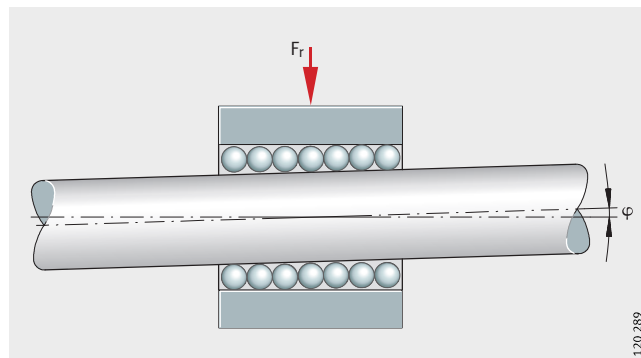
### Lastfaktoren bei der Schiefstellung

Aufgrund von Wellendurchbiegungen lässt sich eine Schiefstellung nicht immer vermeiden, *Bild 22*. Liegt diese vor, sind Lastfaktoren für die Schiefstellung zu berücksichtigen, *Bild 23* und *Bild 24*, Seite 26.

$$P = K_F \cdot F_r$$

$$P_0 = K_{F0} \cdot F_r$$

$F_r$  N  
maximale radiale Lagerlast  
 $C, C_0$  N  
dynamische oder statische Tragzahl  
 $P, P_0$  N  
dynamisch oder statisch äquivalente Belastung  
 $K_F, K_{F0}$  –  
dynamischer oder statischer Lastfaktor für Schiefstellung,  
*Bild 23* oder *Bild 24*, Seite 26  
 $\varphi$  Winkelminuten  
Winkel der Schiefstellung, *Bild 22*.



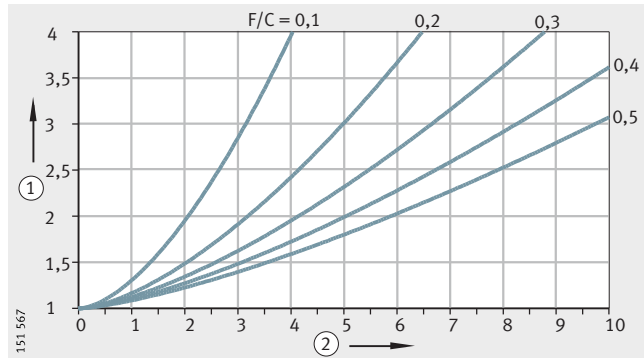
$F_r$  = radiale Belastung

*Bild 22*  
Schiefstellung  $\varphi$  der Welle

## Tragfähigkeit und Lebensdauer

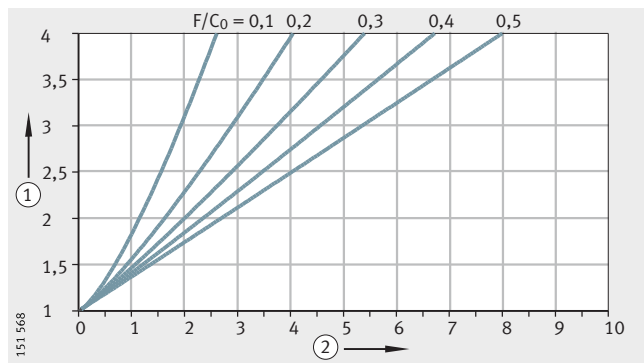
- ① dynamischer Lastfaktor  $K_F$
- ② Schiefstellung  $\varphi$  in Winkelminuten

**Bild 23**  
dynamischer Lastfaktor  
bei Schiefstellung der Welle



- ① statischer Lastfaktor  $K_{F0}$
- ② Schiefstellung  $\varphi$  in Winkelminuten

**Bild 24**  
statischer Lastfaktor  
bei Schiefstellung der Welle



### Ausgleich von Winkelfehlern bei der Leichtbau- und Schwerlast-Reihe

Linear-Kugellager KN-B, KNO-B, KS und KSO und Linear-Kugellager-Einheiten mit diesen Lagern sind selbsteinstellend. Sie gleichen Schiefstellungen bis zu  $\pm 30$  Winkelminuten (KN-B und KNO-B) oder  $\pm 40$  Winkelminuten (KS und KSO) ohne Beeinträchtigung der Tragfähigkeit aus.

## Reibung

Linear-Kugellager werden häufig genutzt, wenn es auf hohe Positioniergenauigkeit und einen großen Wirkungsgrad ankommt. Deshalb müssen die Lager ruckfrei und nur mit niedriger Reibung laufen.

Besonders reibungsarm sind die Linear-Kugellager KN-B, KNO-B, KS, KSO, KB, KBS, KBO.

### Reibungskoeffizient

Die gesamte Reibung ergibt sich aus der:

- Roll- und Gleitreibung in den Wälzkontakten (Gleitreibung bei Linear-Gleitlagern)
- Reibung in den Umlenkzonen und Rückführungen
- Schmierstoffreibung
- Dichtungsreibung.

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

### Reibungskoeffizient bei nicht abgedichteten Lagern

Die Reibungskoeffizienten bei nicht abgedichteten Linear-Kugellagern und Ölschmierung zeigt die Tabelle.

Bei Permaglide®-Linear-Gleitlagern liegt der Reibungskoeffizient zwischen 0,02 und 0,2.

### Baureihe und Reibungskoeffizient

Baureihe	Reibungskoeffizient
KH	0,003 – 0,005
KN-B, KNO-B	0,001 – 0,0025
KS, KSO	0,001 – 0,0025
KB, KBS, KBO	0,001 – 0,0025



## Schmierung

Offene Linear-Kugellager sind nass oder trocken konserviert und können mit Fett oder Öl geschmiert werden. Das ölige Konservierungsmittel ist mit Schmierstoffen auf Mineralölbasis verträglich und mischbar, so dass in der Regel ein Auswaschen der Lager vor dem Einbau nicht notwendig ist.

Trockenkonservierte Lager müssen nach der Entnahme aus der Verpackung sofort befettet oder geölt werden.

### Fettschmierung

Fettschmierung ist der Ölschmierung vorzuziehen, da das Fett in der Büchse haften bleibt und somit das Eindringen von Schmutz verhindert. Durch diesen Abdichtungseffekt werden die Wälzkörper vor Korrosion geschützt.

Zusätzlich ist der konstruktive Aufwand zur Realisierung einer Fettschmierung geringer als der zur Ölschmierung, da die Abdichtung weniger aufwändig gestaltet werden muss.

### Aufbau geeigneter Schmierfette

Schmierfette für Linear-Kugellager haben folgenden Aufbau:

- Lithium- oder Lithiumkomplekseife
- Grundöl auf Mineralölbasis oder Poly-Alpha-Oelfin (PAO)
- besondere Verschleißschutzzusätze für Belastungen  $C/P < 8$ , gekennzeichnet mit „P“ in der DIN-Bezeichnung KP2K–30
- Konsistenz gemäß NLGI-Klasse 2 nach DIN 51818.

### Erstbefettung und Gebrauchsdauer

Erfahrungsgemäß wird die Gebrauchsdauer beim Einsatz der Lager in normalen Umgebungsbedingungen ( $C/P > 10$ ), Raumtemperatur und  $v \leq 0,6 \cdot v_{\max}$  mit der Erstbefettung erreicht. Sollten diese Bedingungen nicht möglich sein, muss nachgeschmiert werden.

Abgedichtete Linear-Kugellager sind bei der Auslieferung bereits ausreichend gefettet, so dass in vielen Anwendungen Wartungsfreiheit erreicht wird.

### Lager erstbefetten und nachschmieren

Die Erstbefettung und das Nachschmieren von Linear-Kugellagern ohne Dichtungen und Nachschmierbohrungen ist über die Welle vorzunehmen. Hierbei ist zu beachten, dass alle Wälzkörper im Umlauf mit Fett in Berührung kommen. Hierzu ist die Büchse während des Nachschmiervorgangs mindestens über die doppelte Lagerlänge zu verfahren.

Bei der Erstbefettung ist dem Lager bei montierter Welle solange Schmierstoff zuzuführen, bis dieser am Lager austritt.

Bei den Linear-Kugellagern KH, KN...-B-PP-AS, KS...-PP-AS und PAB...-PP-AS ist das Nachschmieren durch Bohrungen oder Aussparungen im Halte- oder Außenring möglich.

### Nachschmierfrist

Die Nachschmierfrist ist abhängig von vielfältigen Einsatzbedingungen, wie der Belastung, der Temperatur, der Geschwindigkeit, dem Hub, dem Schmierstoff, den Umgebungseinflüssen und der Einbaulage.

**Achtung!** **Genauere Schmierfristen sind durch Versuche unter Anwendungsbedingungen zu ermitteln!**

## Nachschmierung von Linear-Kugellagern in Gehäusen

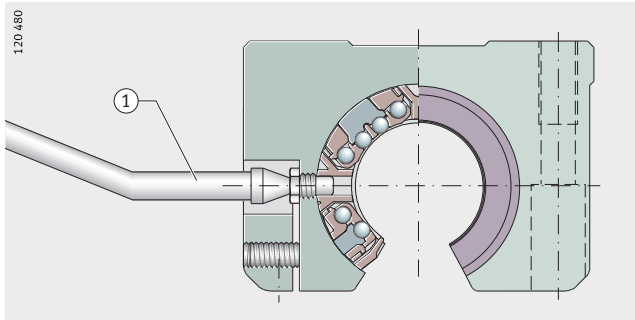
Sind Linear-Kugellager im Gehäuse eingebaut, so können für die Nachschmierung spezielle Düsenrohre erforderlich sein, *Bild 1* und *Bild 2*. Bezugsquellen für Düsenrohre mit geeigneten Spitzmundstücken können bei uns angefragt werden.

*Bild 1*  
Düsenrohr



① Düsenrohr

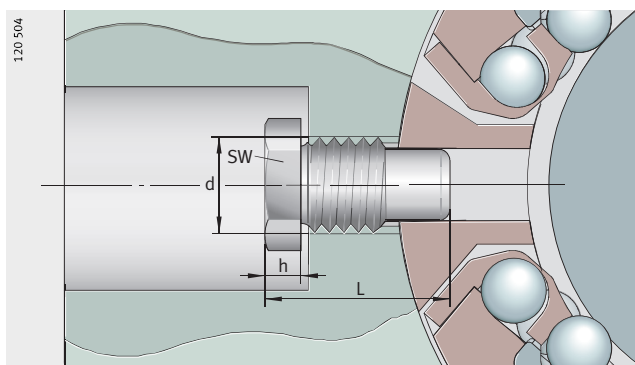
*Bild 2*  
Nachschmierung mit Düsenrohr



## Schmiernippel für Gehäuse

Schmiernippel für Gehäuse mit KS zeigt *Bild 3*, verwendbare DIN-Schmiernippel für Gehäuse mit KN-B zeigen *Bild 4* und *Bild 5*, Seite 30, für die anderen Gehäuse, *Bild 6*, Seite 31. Die Abmessungen sind in den Tabellen angegeben.

**NIP..MZ**  
*Bild 3*  
Schmiernippel für Schwerlast-Reihe KS



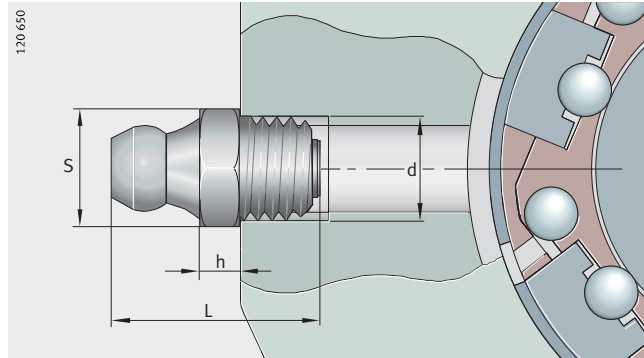
### Schmiernippel

Schmiernippel	Abmessungen in mm			
	SW	d	L	h
NIP4MZ	5	M4	7,7	1,5
NIP5MZ	6	M5	11,1	2
NIP6MZ	7	M6	14,8	2,5

## Schmierung

NIP DIN 71412

*Bild 4*  
Schmiernippel DIN 71412 Form A  
für Leichtbau-Reihe KN-B

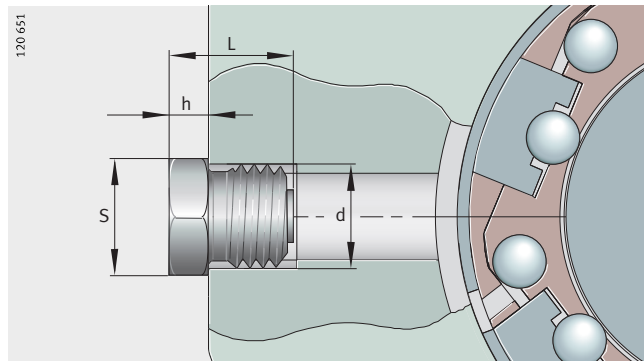


### Kegelschmiernippel

Kegelschmiernippel	Abmessungen in mm			
	S h13	d	L	h j16
NIP DIN 71412-AM6	7	M6	16	3
NIP DIN 71412-AM8X1	9	M8×1	16	3

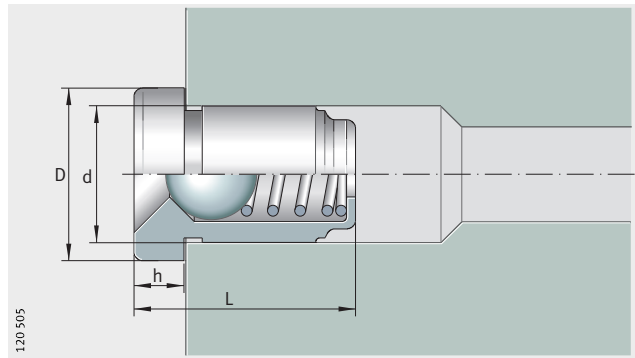
NIP DIN 3405

*Bild 5*  
alternativ  
Schmiernippel DIN 3405 Form A  
für Leichtbau-Reihe KN-B



### Trichterschmiernippel

Trichterschmiernippel	Abmessungen in mm			
	S h13	d	L	h j16
NIP DIN 3405-AM6	7	M6	9,5	3
NIP DIN 3405-AM8X1	9	M8×1	9,5	3

**NIPA**

**Bild 6**  
Schmiernippel  
für Kompakt-Reihe KH,  
Massiv-Reihe KB,  
Gleitlager-Reihe PAB

**Schmiernippel**

Schmiernippel	Abmessungen in mm			
	D	d	L	h
NIPA1	6	4	6	1,5
NIPA2	8	6	9	2

**Einsatz in besonderen Umgebungen**

In Vakuum-Anwendungen sind Schmierstoffe erforderlich, die geringe Verdampfungsraten aufweisen, um die Vakuumatmosphäre aufrecht zu erhalten.

Im Lebensmittelbereich und Reinräumen werden ebenfalls besondere Anforderungen an Schmiermittel bezüglich Emission und Verträglichkeit gestellt. Bei solchen Umgebungsbedingungen bitte rückfragen.

**Ölschmierung**

Ölschmierung ist zu bevorzugen, wenn ein Wärmeabtransport und Schmutzaustrag durch das Schmiermittel gewünscht wird. Diesem Vorteil steht der erhöhte konstruktive Aufwand gegenüber (Schmierstoffzuführung, Abdichtung).

**Geeignete Schmieröle**

Je nach Belastungsfall empfehlen wir folgende Schmieröle:

- Bei niedrigen bis mittleren Belastungen ( $C/P > 15$ ):
  - Hydrauliköle HL nach DIN 51 524 und Schmieröle CL nach DIN 51 517 im Viskositätsbereich ISO-VG 10 bis ISO-VG 22.
- Bei hohen Belastungen ( $C/P < 8$ ):
  - Hydrauliköle HLP nach DIN 51 524 und Schmieröle CLP nach DIN 51 517 im Viskositätsbereich ISO-VG 68 bis ISO-VG 100.

## Gestaltung der Lagerung

Die guten Laufeigenschaften der Wellenführungen hängen nicht nur von den Lagern ab. Auch die Form- und Lagetoleranzen der Anschlusskonstruktion haben einen großen Einfluss darauf. Je genauer die Anschlusskonstruktion gefertigt ist und je exakter montiert wurde, desto besser sind die Laufeigenschaften.

### Befestigung

#### Linear-Kugellager KH

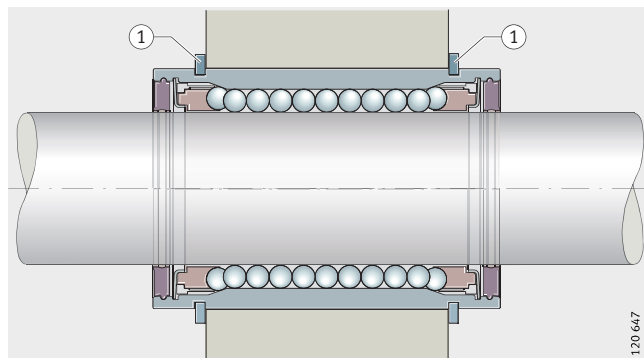
Linear-Kugellager KH und KH..-PP werden in die Gehäusebohrung gepresst. Sie sind damit radial und axial fixiert. Zusätzliche Maßnahmen sind nicht erforderlich.

#### Linear-Kugellager KN-B, KB, KS und Gleitlager PAB

Linear-Kugellager KN-B, KB, KS und Gleitlager PAB sind axial festzusetzen, zum Beispiel mit Sicherungsringen oder durch die Anschlusskonstruktion, *Bild 1 bis Bild 3*.

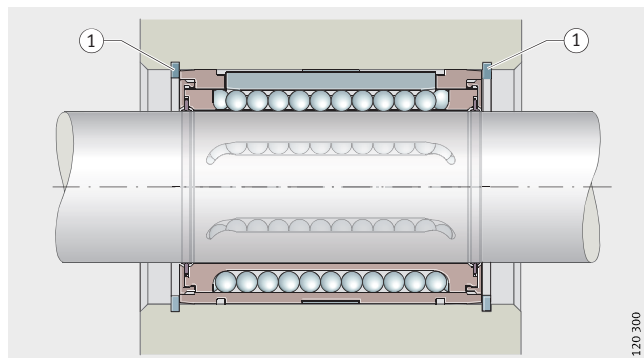
Linear-Kugellager KN-B können auch mit einer Schraube gesichert werden, *Bild 4*.

**Achtung!** Die Baureihen KN-B und KS dürfen nicht mit Wellensicherungsringen gesichert werden!  
Das kann die Funktion des Lagers beeinträchtigen!



① Sicherungsringe

*Bild 1*  
Sicherungsringe  
in den Nuten des Lagers



① Sicherungsringe

*Bild 2*  
Sicherungsringe  
in der Gehäusebohrung

### Linear-Kugellager KNO-B, KBO und Gleitlager PABO

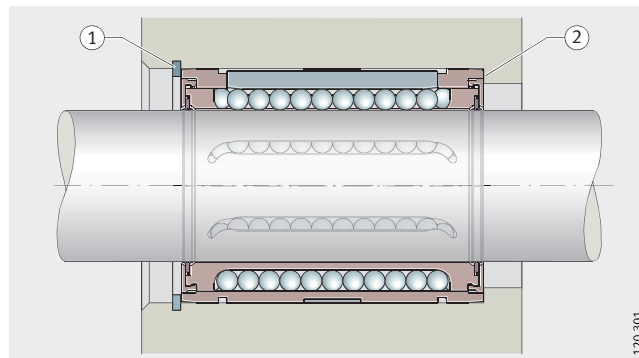
Linear-Kugellager KNO-B, KBO und Gleitlager PABO sind axial und radial zu befestigen.

Diese Lager haben außen eine Fixierung. Eine Schraube mit Zapfen ist zur Sicherung zu bevorzugen, *Bild 4*. Geeignet sind auch Gewindestifte.

**Achtung!** Die Fixierschraube darf das Lager nicht verformen! Die Schraube ist gegen Lösen zu sichern!

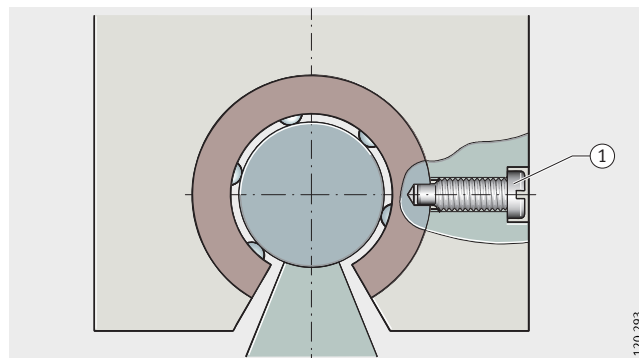
- ① Sicherungsring
- ② Gehäuseschulter

*Bild 3*  
Sicherungsring und Gehäuseschulter



- ① Sicherungsschraube mit Zapfen

*Bild 4*  
Sicherung des Lagers mit einer Schraube



## Gestaltung der Lagerung

### Linear-Kugellager-Einheiten

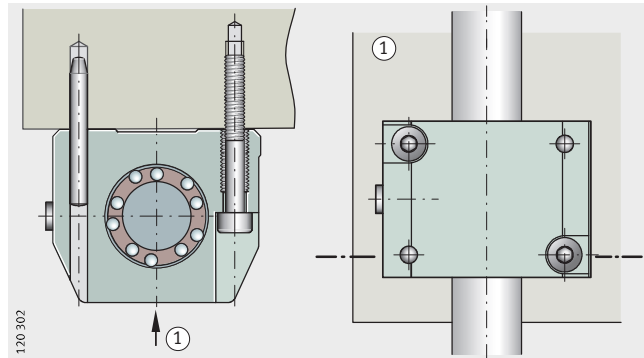
Linear-Kugellager-Einheiten und Linear-Gleitlager-Einheiten werden in den Befestigungsbohrungen oder durch diese angeschraubt, *Bild 5* und *Bild 6*.

Ein Verstiften der Einheiten ist nur in seltenen Fällen notwendig, durch Aufbohren der Zentrierbohrungen jedoch einfach möglich.

① Untersicht

*Bild 5*

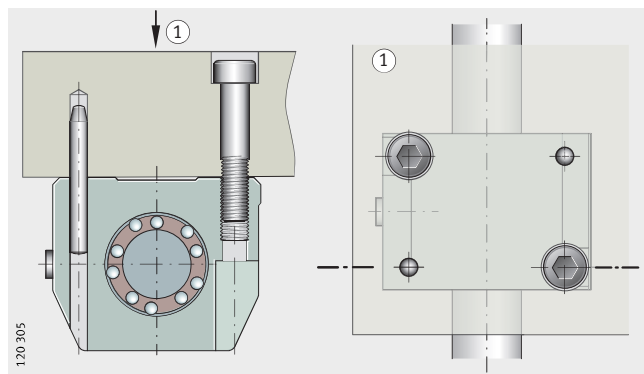
Befestigung einer Einheit von unten



① Draufsicht

*Bild 6*

Befestigung einer Einheit von oben



**Abdichtung**

Saubere Laufbahnen verhindern den frühzeitigen Ausfall von Welle und Lager. Deshalb sollte die Lagerstelle immer abgedichtet sein.

**Spalt- oder schleifende Dichtung**

Die Dichtungen der Baureihen zeigt die Tabelle Abdichtung der Lager und Einheiten.

Spaltdichtungen schützen die Lager vor grobem Schmutz.

Schleifende Dichtungen schützen vor feinem Schmutz und halten das Fett im Lager.

Linear-Kugellager und Linear-Gleitlager mit schleifenden Dichtungen haben das Nachsetzzeichen PP, Beispiel KH..-PP.

**Achtung!**

Befinden sich Lager und Welle in sehr aggressiver Umgebung, ist es empfehlenswert, die Führung zusätzlich mit Faltenbälgen oder Teleskopabdeckungen zu schützen!

**Abdichtung der Lager und Einheiten**

Baureihe <sup>1)</sup>	Dichtung		
	offen	Spaltdichtung	schleifende Dichtung <sup>1)</sup>
KH	●	–	●
KN-B, KNO-B	–	●	●
KS, KSO	–	●	●
KB, KBO	–	●	●
PAB, PABO	–	–	●

<sup>1)</sup> Alle Linear-Lagereinheiten haben schleifende Dichtungen.



## Betriebsspiel

### Toleranz und Betriebsspiel

Das Betriebsspiel für Linearlager wird durch die Wellen- und Gehäusetoleranz festgelegt, siehe Tabellen, Seite 37.

Das Betriebsspiel von Linearlager-Einheiten wird entweder durch die Welle festgelegt oder bei geschlitzten Gehäusen mit der Einstellschraube eingestellt.

**Achtung!** Bei nicht starren Gehäusen sind Versuche notwendig, um mit den Gehäuse- und Wellentoleranzen das Betriebsspiel einzustellen!  
Zum Einstellen des Betriebsspiels siehe Seite 41!

### Toleranz und Betriebsspiel

Linearlager und Linearlager-Einheiten	Kurzzeichen	Toleranz		Betriebsspiel
		Welle	Bohrung	
<b>Kompakt-Reihe</b>	KH	siehe Tabelle, Seite 37		
	KGHK, KTHK	h6	–	normal
<b>Einstell-Reihe</b>	KGHW, KGHWT	h6	–	normal
<b>Leichtbau-Reihe</b>	KN-B, KNO-B	h6	H7	leichte Vorspannung
	KGK, KTN, KTFN, KGNO, KTNO, KGNC	h6	–	leichte Vorspannung
	KGNS, KTNS, KGNOS, KTNOS, KGNSC	–	–	mit Schraube einstellbar
<b>Schwerlast-Reihe</b>	KS, KSO	h6	H7	leichte Vorspannung
	KGSNG, KTSG, KGSNO, KTSO, KGSC, KTFS	h6	–	leichte Vorspannung
	KGSNS, KTSS, KGSNOS, KTSOS, KGSCS	–	–	mit Schraube einstellbar
<b>Massiv-Reihe</b>	KB	siehe Tabelle, Seite 37		
	KBS, KBO			
	KGB, KGBA, KTB, KGBO, KTBO	h6	–	siehe Tabelle, Seite 37
	KGBS, KGBAS, KGBAO	–	–	mit Schraube einstellbar
<b>Gleitlager-Reihe</b>	PAB, PABO	h7	H7	normal
	PAGBA, PAGBAO	h7	–	normal

### Einbautoleranzen und Betriebsspiel

Das theoretisch mögliche Betriebsspiel für die einzelnen Baureihen zeigen die folgenden Tabellen und *Bild 1*.

#### Betriebsspiel für KH, KN-B, KNO-B

Einbautoleranz		Betriebsspiel alle Größen	
Welle	Bohrung		
h6	H7, K7	normales Betriebsspiel	Stahl/Alu
j5	H6, K6	Betriebsspiel kleiner als normal	Stahl/Alu

#### Betriebsspiel für KS, KSO

Einbautoleranz		Baugröße und Betriebsspiel (Spiel in $\mu\text{m}$ )						
Welle	Bohrung	12	16	20	25	30	40	50
h6	H6	+36 -8	+34 -10	+37 -12	+34 -15	+29 -20	+33 -22	+30 -25
h6	H7	+44 -8	+32 -10	+46 -12	+43 -15	+38 -20	+44 -22	+41 -25
h6	JS6	+29 -14,5	+27,5 -16,5	+29 -20	+26 -23	+21 -28	+23,5 -31,5	+20,5 -34,5

#### Betriebsspiel für KB

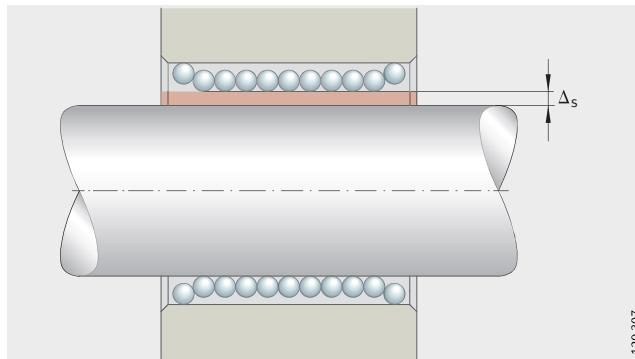
Einbautoleranz		Baugröße und Betriebsspiel (Spiel in $\mu\text{m}$ )						
Welle	Bohrung	12	16	20	25	30	40	50
h6	H6 (H7)	+19 0	+20 -1	+22 -1	+24 -1	+24 -1	+29 -2	+29 -2

#### Betriebsspiel für KBS, KBO

Einbautoleranz		Baugröße und Betriebsspiel (Spiel in $\mu\text{m}$ )						
Welle	Bohrung	12	16	20	25	30	40	50
h6	H6	+50 0	+51 -1	+60 -1	+62 -1	+62 -1	+74 -2	+74 -2
h6	H7	+58 0	+59 -1	+69 -1	+71 -1	+71 -1	+85 -2	+85 -2
h6	JS6	+43,5 -6,5	+44,5 -7,5	+52 -9	+54 -9	+54 -9	+64,5 -11,5	+64,5 -11,5

$\Delta_s$  = Betriebsspiel

*Bild 1*  
Betriebsspiel



## Einbau

Die Lager sollen erst unmittelbar vor der Montage aus der Verpackung genommen werden. Trockenkonservierte Lager sind nach der Entnahme sofort gegen Korrosion zu schützen.

**Achtung!** Der Montageplatz und die Anschlusskonstruktion müssen sauber sein! Schmutz verschlechtert die Genauigkeit und verkürzt die Gebrauchsdauer der Führungen!

Die Lager dürfen nicht verkantet werden!

Bei abgedichteten Lagern mit Segment-Ausschnitt ist unbedingt darauf zu achten, dass die Enden der Dichtlippen nicht umgestülpt werden (Packzettel beachten)!

### Einbau der Lager Linear-Kugellager KH

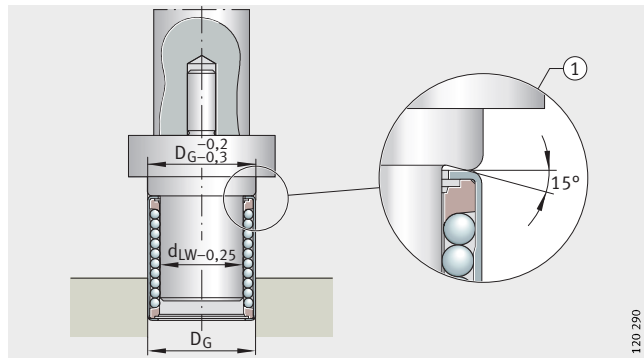
Linear-Kugellager KH werden mit einem Einpressdorn in die Gehäusebohrung gepresst, *Bild 1*. Die Dornmaße nach *Bild 1* sind einzuhalten.

Die beschriftete Stirnseite des Linear-Kugellagers sollte am Bund des Einpressdorns anliegen.

Linear-Kugellager lassen sich leichter einbauen, wenn ihr Außenmantel eingefettet ist.

$d_{LW}$  = Wellendurchmesser  
 $D_G$  = Gehäusebohrung  
① Einzelheit

*Bild 1*  
Einpressen  
der Linear-Kugellager KH



**Linear-Kugellager KN-B,  
KNO-B, KB, KBS, KBO, KS, KSO  
und Linear-Gleitlager  
PAB, PABO**

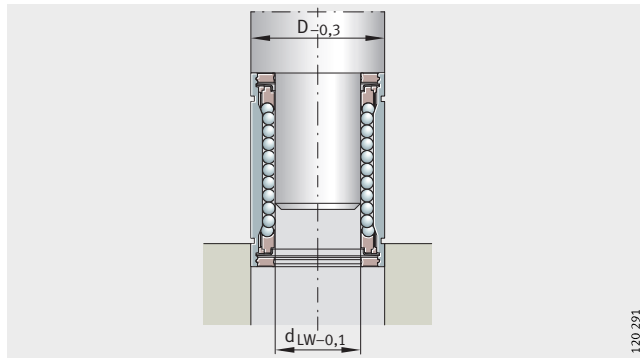
Kleinere Lager dieser Baureihen lassen sich von Hand in die Gehäusebohrung schieben. Bei größeren Lagern ist es zweckmäßig, einen Montagedorf zu verwenden, *Bild 2*.

Anschließend werden die Lager mit Sicherungsringen oder einer Schraube gesichert, *Bild 3*.

**Achtung!** Bei allen Lagern, die mit einer Schraube gesichert werden, ist darauf zu achten, dass die Schraube das Lager nicht verformt und die Schraube gegen Lösen gesichert ist!

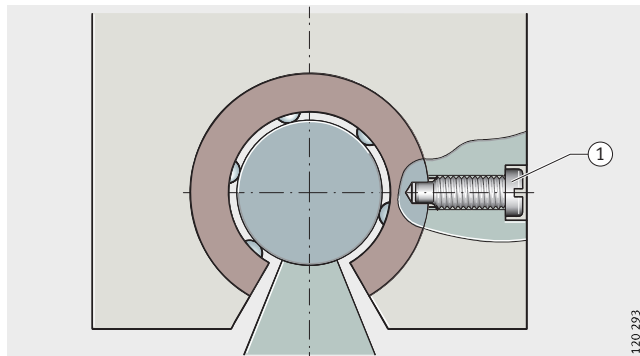
$d_{LW}$  = Wellendurchmesser

*Bild 2*  
Einbau der Linear-Kugellager  
mit Montagedorf



① Sicherungsschraube mit Zapfen

*Bild 3*  
Sicherung des Lagers  
mit einer Schraube



## Einbau

### Ausrichten der Lager und Wellen Hintereinander angeordnete Lager

Hintereinander angeordnete Lager sollten mit einer durchgehenden Welle ausgerichtet, gegen einen Anschlag gesetzt, und dann festgeschraubt werden.

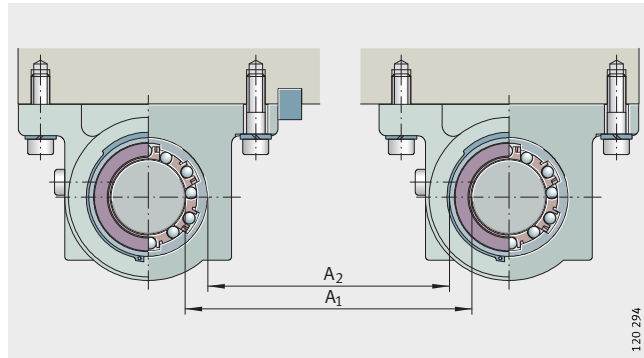
### Parallel angeordnete Lager

Parallel angeordnete Lager richtet man aus, indem man den Abstand zwischen den Wellen ( $A_1$ ) oder zwischen dem Lager-Außendurchmessern ( $A_2$ ) misst, *Bild 4*. Auch mit Abstandsstücken lässt sich dieser Abstand festlegen. Die erste Welle wird festgelegt (Bezugswelle) und angeschraubt. Die zweite Welle richtet man aus, indem man den Schlitten verfährt und so den Abstand herstellt.

$A_1$  = Abstand zwischen  
den Wellen  
 $A_2$  = Abstand zwischen  
den Lager-Außendurchmessern

*Bild 4*

Ausrichten parallel  
angeordneter Lager



### Sehr lange Führungen mit unterstützter Welle

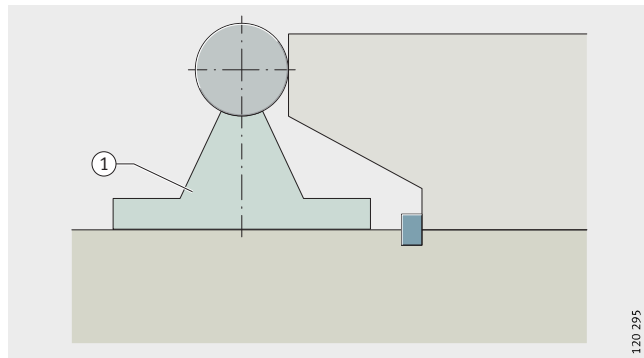
Bei sehr langen Führungen mit unterstützter Welle ist zuerst eine Tragschiene über die Welle auszurichten und schrittweise festzuschrauben (Bezugswelle), *Bild 5*.

Anschließend vorgehen wie unter Parallel angeordnete Lager beschrieben.

① Tragschiene

*Bild 5*

Ausrichten einer Tragschiene  
über die Welle





### Führungen mit spielfreien oder vorgespannten Lagern

Es sollte nur eine Reihe hintereinander liegender Lager spielfrei eingestellt oder vorgespannt werden. Die parallel liegenden Lager sollen ein größeres Betriebsspiel haben.

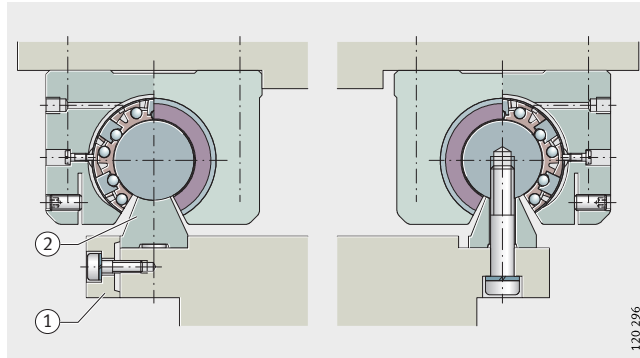
#### Parallele Tragschienen

Die Bezugsschiene sollte gegen einen Anschlag geklemmt sein, *Bild 6*.

- ① Anschlag
- ② Bezugsschiene

*Bild 6*

Festklemmen der Bezugsschiene bei zwei Tragschienen TSUW



### Betriebsspiel einstellen Lager spielfrei einstellen

Bei Linear-Kugellagern KBS und geschlitzten Gehäusen kann das Betriebsspiel eingestellt werden. Dazu muss die Schraube soweit zugestellt werden, bis zwischen Welle und Lager ein Verdrehwiderstand spürbar ist.

**Achtung!** Das eingestellte Lager darf nicht mehr auf der Welle verdreht werden!

### Vorspannung einstellen

Vorgespannte Lager stellt man spielfrei auf einer Meisterwelle ein, die um das Vorspannungsmaß kleiner als die Laufwelle ist.