

## Tragzahlen und nominelle Lebensdauer

### [Tragzahlen in allen Richtungen]

Die Tragzahlen ( $C_z$  und  $C_{0z}$ ) in den Tabellen beziehen sich auf einen Wälzkörper für Belastungen gemäß der dargestellten Richtungen. Bei der Ermittlung der nominellen Lebensdauer sind die Tragzahlen ( $C$  und  $C_0$ ) der tatsächlich eingesetzten Wälzkörper anhand der nachstehenden Gleichung zu berechnen.

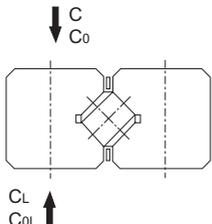
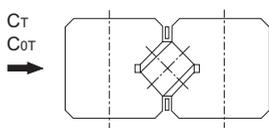
$C_z$  : Dynamische Tragzahl je Wälzkörper gemäß der Maßtabelle (kN)

$C_{0z}$  : Statische Tragzahl je Wälzkörper gemäß der Maßtabelle (kN)

$Z$  : Anzahl der verwendeten Wälzkörper (Anzahl von Wälzkörpern im effektiven Tragbereich)

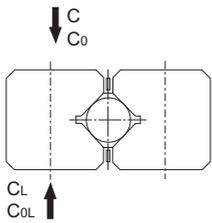
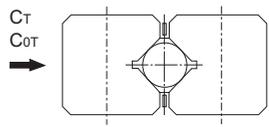
$P$  : Rollenteilung (siehe Seite **A7-8** bis **A7-25**)

### ● Für Typ VR

Belastungsrichtung		
Dynamische Tragzahl C (kN)	$C = C_L = \left\{ \left( \frac{Z}{2} - 1 \right) \times 2P \right\}^{\frac{1}{36}} \times \left( \frac{Z}{2} \right)^{\frac{3}{4}} \times C_z$	$C_T = 2^{\frac{7}{9}} \times \left\{ \left( \frac{Z}{2} - 1 \right) \times 2P \right\}^{\frac{1}{36}} \times \left( \frac{Z}{2} \right)^{\frac{3}{4}} \times C_z$
Statische Tragzahl $C_0$ (kN)	$C_0 = C_{0L} = \frac{Z}{2} \times C_{0z}$	$C_{0T} = 2 \times \frac{Z}{2} \times C_{0z}$

\*wird  $\frac{Z}{2}$  ganzzahlig abgerundet.

### ● Für Typ VB

Belastungsrichtung		
Dynamische Tragzahl C (kN)	$C = C_L = Z^{\frac{2}{3}} \times C_z$	$C_T = 2 \times Z^{\frac{2}{3}} \times C_z$
Statische Tragzahl $C_0$ (kN)	$C_0 = C_{0L} = Z \times C_{0z}$	$C_{0T} = 2 \times Z \times C_{0z}$

**[Statischer Sicherheitsfaktor  $f_s$ ]**

Die Typen VR und VB können während des Betriebs oder im Stillstand Schwingungen und Stößen ausgesetzt sein, und es können Trägheitsmomente durch Anfahren und Abbremsen auftreten. Bei diesen Belastungen ist der statische Sicherheitsfaktor zu berücksichtigen.

$$f_s = \frac{C_0}{P_c}$$

- $f_s$  : Statischer Sicherheitsfaktor (siehe Tab. 1)  
 $C_0$  : Statische Tragzahl (kN)  
 $P_c$  : Berechnete Belastung (kN)

Tab. 1 Schätzungen für den statischen Sicherheitsfaktor ( $f_s$ )

Betriebsbedingungen*	$f_s$
Ohne Schwingungen oder Stöße	1 bis 1,3
Mit Schwingungen oder Stößen	2 bis 3

\* Zu den allgemeinen Faktoren, die Vibrationen und Stöße verursachen, gehören Beschleunigung und Verzögerung, abruptes Starten und Stoppen, die Übertragung von Vibrationen und Stößen durch externe Geräte und Maschinen sowie Änderungen der Bearbeitungskräfte im Laufe der Zeit.

**[Berechnung der nominellen Lebensdauer]**

Die nominelle Lebensdauer einer Längsführung mit Kugeln ist mit 50 km und mit einer Kreuzrollenführung mit 100 km angegeben. Die nominelle Lebensdauer ( $L_{10}$ ) wird anhand der dynamischen Tragzahl (C) und der auf die Längsführungen wirkenden Last ( $P_c$ ) mit den folgenden Formeln berechnet.

- Mit Kugelföhrung (mit Bezug auf die Bezugsstrecke von 50 km)

$$L_{10} = \left( \frac{C}{P_c} \right)^3 \times 50 \quad \dots\dots\dots(1)$$

- $L_{10}$  : Nominelle Lebensdauer (km)  
 $C$  : Dynamische Tragzahl (N)  
 $P_c$  : Berechnete Belastung (N)

- Mit Kreuzrollenföhrung (mit Bezug auf die Bezugsstrecke von 100 km)

$$L_{10} = \left( \frac{C}{P_c} \right)^{\frac{10}{3}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(2)$$

Bei der Berechnung der nominellen Lebensdauer ( $L_{10}$ ) ist der Bezug auf 50 km oder 100 km zu berücksichtigen. Je nach Bedarf wird die dynamische Tragzahl nach ISO 14728-1 wie folgt umgerechnet:

- Mit Kugelföhrung

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

- $C_{50}$  : Dynamische Tragzahl mit Bezug auf 50 km  
 $C_{100}$  : Dynamische Tragzahl mit Bezug auf 100 km

- Mit Kreuzrollenföhrung

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

**[Berechnung der modifizierten nominellen Lebensdauer]**

In der Praxis wird die Längsführung Vibrationen und Stößen ausgesetzt, so dass die schwankenden Belastungen oftmals schwierig zu ermitteln sind. Zusätzlich beeinflusst die Umgebungstemperatur die Lebensdauer erheblich. Unter Berücksichtigung dieser Faktoren kann die modifizierte nominelle Lebensdauer ( $L_{10m}$ ) nach den Formeln (3) und (4) berechnet werden.

- Modifikationsfaktor  $\alpha$

$$\alpha = \frac{f_T}{f_w}$$

- $\alpha$  : Modifikationsfaktor  
 $f_T$  : Temperaturfaktor (siehe Abb. 1 auf **A7-6**)  
 $f_w$  : Belastungsfaktor (siehe Tab. 2 auf **A7-6**)

- Modifizierte nominelle Lebensdauer  $L_{10m}$ 
  - Mit Kugelkäfig

$$L_{10m} = \left( \alpha \times \frac{C}{P_c} \right)^3 \times 50 \quad \dots\dots\dots(3)$$

$L_{10m}$  : Modifizierte nominelle Lebensdauer (km)  
 $C$  : Dynamische Tragzahl (kN)  
 $P_c$  : Berechnete Belastung (kN)

- Mit Kreuzrollenkäfig

$$L_{10m} = \left( \alpha \times \frac{C}{P_c} \right)^{10} \times 100 \quad \dots\dots\dots(4)$$

### [Berechnung der nominellen Lebensdauer in Stunden]

Nach der Ermittlung der nominellen Lebensdauer ( $L_{10}$ ) kann bei konstanter Hublänge und Zyklenzahl pro Minute anhand der folgenden Formel die nominelle Lebensdauer in Stunden berechnet werden.

$$L_h = \frac{L_{10} \times 10^6}{2 \times l_s \times n_1 \times 60}$$

$L_h$  : Nominelle Lebensdauer in Stunden(h)  
 $l_s$  : Hublänge (mm)  
 $n_1$  : Zyklenzahl pro Minute ( $\text{min}^{-1}$ )

### • $f_T$ : Temperaturfaktor

Überschreitet die Umgebungstemperatur während des Betriebs der Typen VR bzw. VB  $100^\circ\text{C}$ , ist für die Berechnung der statischen Sicherheit und der modifizierten nominellen Lebensdauer ein aus Abb. 1 gewählter Temperaturfaktor ( $f_T$ ) zu berücksichtigen.

Hinweis: Liegt die Umgebungstemperatur über  $100^\circ\text{C}$ , wenden Sie sich bitte an THK.

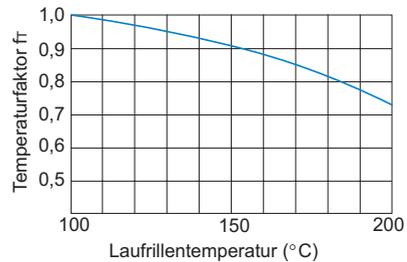


Abb. 1 Temperaturfaktor ( $f_T$ )

### • $f_w$ : Belastungsfaktor

Im Allgemeinen verursachen Maschinen mit oszillierenden Bewegungen im Betrieb Schwingungen oder Stöße, und es ist schwierig, die während des Hochgeschwindigkeitsbetriebs erzeugten Vibrationen und Stöße bei häufigen Starts und Stopps genau zu bestimmen. Wenn die tatsächliche Belastung einer Längsführung nicht ermittelt werden kann oder Geschwindigkeit und Stöße einen erheblichen Einfluss haben, dividieren Sie die dynamische Tragzahl durch den entsprechenden, empirisch ermittelten Belastungsfaktor in Tab. 2.

Tab. 2 Belastungsfaktor ( $f_w$ )

Schwingungen/ Stöße	Geschwindigkeit (V)	$f_w$
sehr geringe	sehr langsam $V \leq 0,25 \text{ m/s}$	1 bis 1,2
gering	langsam $0,25 < V \leq 1 \text{ m/s}$	1,2 bis 1,5