

Formeln zu Beitrag „ Lebensdauerberechnung “

Formel 1: Lebensdauer in 10⁶ Umdrehungen

für Kugellager : $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$

für Rollenlager : $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^{\frac{10}{3}}$

Lebensdauer in Betriebsstunden :

$$L_{10h} = \frac{16\,666,6}{n} \times \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

Formel 2: dynamisch äquivalente Belastung P

$$P = X \times F_r + Y \times F_a$$

F_r	radiale Lagerkraft
F_a	axiale Lagerkraft
X	Radiallastfaktor im Katalog für jede Wälzlagerart zu finden.
Y	Axiallastfaktor im Katalog für jede Wälzlagerart zu finden.



[NTN Katalog](#)

Formel 3: die modifizierte Berechnung der Wälzlagerlebensdauer L_{nm} und L_{nmh}

$$L_{nm} = a_1 \times a_{ISO} \times L_{10}$$

$$L_{nmh} = a_1 \times a_{ISO} \times L_{10h}$$

L_{nm}	Erweiterte Lebensdauer in 10^6 Umdrehungen
L_{nmh}	Erweiterte Lebensdauer in Stunden
a_1	Lebensdauerbeiwert für die Zuverlässigkeit
a_{ISO}	Lebensdauerbeiwert für die Betriebsbedingunge $a_{ISO} = f(e_c \times C_u \div P, \kappa)$ e_c = Verunreinigungsbeiwert C_u = Ermüdungsgrenzbelastung P = dynamisch äquivalente Belastung κ = Viskositätsverhältnis
L_{10}	Nominelle Lebensdauer: Bezugslebensdauer in 10^6 Umdrehungen

Formel 4: Viskositätsverhältnis κ

$$\kappa = \frac{v}{v_1}$$

Formel 5: die Bezugsviskosität v_1 und ihre Abhängigkeit von der Drehzahl n und der Größe D_{pw}

$$\text{Falls } n < 1\,000 \text{ min}^{-1}, v_1 = 45\,000 n^{-0,83} D_{pw}^{-0,5}$$

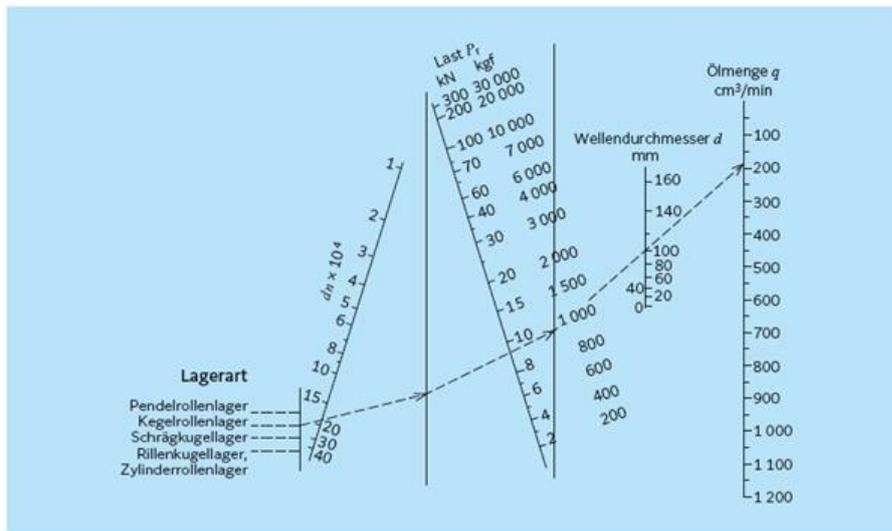
$$\text{Falls } n \geq 1\,000 \text{ min}^{-1}, v_1 = 4\,500 n^{-0,5} D_{pw}^{-0,5}$$

Formeln zu Beitrag „ Schmierung “

Formel 6: Ermittlung der benötigten Ölmenge

$$Q = K \times q$$

Q	Ölmenge pro Lager cm^3/min
K	Zulässiger Öltemperaturanstiegsfaktor
q	Schmiermittelmenge nach Diagramm cm^3/min



Formeln zu Beitrag „Passungswahl“

Formel 7 und 8: Verringerung der Überdeckung durch eine radiale Belastung Δ_{dF}	
Formel 7 $F_r \leq 0,3 C_{or}$ $\Delta_{dF} = 0,08 \left(d \times \frac{F_r}{B} \right)^{\frac{1}{2}}$ N	Formel 8 $F_r > 0,3 C_{or}$ $\Delta_{dF} = 0,02 \left(\frac{F_r}{B} \right)$ N

Δ_{dF} = erforderliche effektive Überdeckung entsprechend der Radiallast, μ m

d = Durchmesser der Lagerbohrung, mm

B = Breite des Innenrings, mm

F_r = Radiallast N {kgf}

C_{or} = Statische Tragzahl N {kgf}

Formel 9: erforderliche effektive Überdeckung für die Temperaturdifferenz Δ_{dT}

$$\Delta_{dT} = 0,0015 \times d \times \Delta T$$

Δ_{dT} = erforderliche, effektive Überdeckung für die Temperaturdifferenz in μ m

ΔT = Differenz zwischen Lagerinnenringtemperatur und Umgebungstemperatur in $^{\circ}$ C

d = Durchmesser der Lagerbohrung in mm

Formel 10: Veränderung des Übermaßes wegen unterschiedlicher Ausdehnungskoeffizienten

$$\Delta d_{TE} = (\alpha_1 - \alpha_2) \times d \times \Delta T$$

Δd_{TE} = Veränderung des Übermaßes wegen unterschiedlicher Ausdehnungskoeffizienten

α_1 = Ausdehnungskoeffizient des Wälzlagers, $\frac{1}{^{\circ}$ C

α_2 = Ausdehnungskoeffizient von Welle und Gehäuse, $\frac{1}{^{\circ}$ C

d = Bezugsdurchmesser der relevanten Passung in mm

ΔT = Temperaturanstieg bei Lagerbetrieb

Formeln zu Beitrag „ Lagerluft, Betriebsspiel und Vorspannung “

Formel 11: Bestimmung von Radial- und Axialspiel

 Radialspiel = δ

 Axialspiel = $\delta_1 + \delta_2$
Formel 12: das Betriebsspiel δ_{eff}

$$\delta_{eff} = \delta_o - (\delta_f + \delta_t)$$

 δ_{eff} = Betriebsspiel (stellt sich effektiv ein), mm

 δ_o = Lagerluft, mm

 δ_f = Abnahme der Lagerluft durch Übermaß aufgrund von Passungen, mm

 δ_t = Abnahme des Lagerspiels aufgrund von Temperaturdifferenzen zwischen Innen- und Außenringen, mm

Formel 13: das Übermaß δ_f

$$\delta_f = (0,70 \sim 0,90) \Delta_{deff}$$

 Δ_{deff} bezeichnet das effektive Übermaß in mm

Formel 14: Verringerung des Betriebsspiels durch eine Temperaturdifferenz im Lager δ_t

$$\delta_t = \alpha \times \Delta T \times D_o$$

 α = Temperatur-Ausdehnungskoeffizient des Lagermaterials, $12,5 \times \frac{10^6}{^\circ\text{C}}$
 ΔT = Temperaturdifferenz (Innen-/Außenring) in $^\circ\text{C}$
 D_o = Laufbahndurchmesser Außenring, mm

Formel 15 und 16: der Laufbahndurchmesser des Außenrings D_o **Formel 15**

für Kugellager und Pendelrollenlager : $D_o = 0,20 (d + 4,0D)$

Formel 16

für Rollenlager (außer Pendelrollenlager) : $D_o = 0,25 (d + 3,0D)$

Formel zu Beitrag „plastische Verformung“**Formel 17: Statische Sicherheit S_0**

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

S_0 = statische Sicherheit

C_0 = statische Tragzahl

P_0 = äquivalente statische Belastung