

	Linear-Wälzlager Dynamische und statische Tragzahlen Linear-Kugellager	DIN 636 Teil 1
Linear rolling bearings; Dynamic and static load ratings; Linear motion recirculating ball bearings Oft ist es nicht möglich, die Eignung eines für einen bestimmten Anwendungsfall ausgewählten Linear-Kugellagers durch Versuche festzustellen. Als angemessener und geeigneter Ersatz für Eignungsprüfungen haben sich folgende Verfahren bewährt: — Lebensdauerberechnung bei dynamischer Beanspruchung — Statische Tragsicherheitsberechnung bei statischer Beanspruchung Die Lebensdauer eines Linear-Kugellagers wird hierbei durch die Länge der zurückgelegten Strecke zwischen den Anschlußteilen (Welle und Buchse) angegeben, bis das erste Anzeichen von Materialermüdung an einer der beiden Laufbahnen oder einem Wälzkörper auftritt. Die statische Tragsicherheit als Verhältnis der statischen Tragzahl zur statisch äquivalenten Belastung gibt die Sicherheit gegen unzulässige bleibende Verformungen an Wälzkörpern und Laufbahnen an. Die Erfahrung zeigt, daß eine bleibende Gesamtverformung vom 0,0001fachen des Wälzkörperdurchmessers im Mittelpunkt der am höchstbelasteten Berührstelle in den meisten Anwendungsfällen ohne Beeinträchtigung des Betriebsverhaltens des Lagers zugelassen werden kann. Die zulässige statische äquivalente Belastung kann je nach Anforderung an Laufruhe und Reibungswiderstand kleiner, gleich oder größer als die statische Tragzahl sein. 1 Anwendungsbereich und Zweck Diese Norm legt Verfahren für die Berechnung der dynamischen und statischen Tragzahl von Linear-Kugellagern in den üblichen Größenbereichen fest. Als Voraussetzung zur Erreichung der rechnerischen Kennwerte — dynamische und statische Tragzahl — müssen die Teile der Linear-Kugellager bestimmte Qualitätsmerkmale erfüllen, die in DIN ISO 10 285 (z.Z. Entwurf) festgelegt sind. Die lastübertragenden Teile des Lagers (zylindrische Welle, Buchse und Kugeln) müssen aus gehärtetem Wälzlagerstahl guter Qualität nach bewährtem Herstellverfahren gefertigt sein. Die Laufbahnen in der Buchse können eine beliebige Schmiegun aufweisen, während als Führungselement eine zylindrische Welle ohne Laufrillen vorausgesetzt wird. Diese Norm legt auch Verfahren zur Berechnung der nominellen Lebensdauer fest. Dies ist die mit 90% Erlebenswahrscheinlichkeit erreichbare Lebensdauer bei üblicherweise heute verwendetem Werkstoff, üblicher Herstellqualität und üblichen Betriebsbedingungen. Berechnungen nach dieser Norm ergeben nur dann befriedigende Ergebnisse, wenn die Anwendungsbedingungen keine Abweichungen von der üblichen Beanspruchungsverteilung im Lager hervorrufen, z. B. durch Schiefstellungen, Verformung der Buchse oder der Welle, Beschleunigungskräfte der Wälzkörper und andere Folgen hoher Geschwindigkeit, Vorspannung oder sehr großes Lagerspiel. Wo solche Bedingungen vorliegen, sollte sich der Anwender an den Lagerhersteller wenden für Empfehlungen und Berechnung der Tragzahlen und Lebensdauerwerte. 2 Begriffe Die hier aufgeführten Begriffe entsprechen, abgestimmt auf Linear-Kugellager, denen nach DIN ISO 76 und DIN ISO 281. 2.1 Linear-Kugellager Eine im wesentlichen zylindrische, mit einer Anzahl von geschlossenen Kugelreihen versehene Buchse, die eine lineare Rollbewegung entlang einer gehärteten zylindrischen Welle ermöglicht (aus: DIN ISO 10 285, Entwurf Juni 1992). 2.2 Lebensdauer eines Linear-Wälzlagers Für ein einzelnes Linear-Wälzlager diejenige Länge der zurückgelegten Strecke zwischen den Anschlußteilen, bevor das erste Anzeichen von Materialermüdung an einer der beiden Laufbahnen oder am Wälzkörper sichtbar wird. ANMERKUNG: Unter Anschlußteile sind in dieser Norm Welle und Buchse zu verstehen. 2.3 Erlebenswahrscheinlichkeit (Im Zusammenhang mit der Lebensdauer von Linear-Wälzlager) Der Prozentsatz einer Gruppe offensichtlich gleicher, unter gleichen Bedingungen laufender Lager, der erwartungsgemäß eine bestimmte Lebensdauer erreicht oder überschreitet. Die Erlebenswahrscheinlichkeit eines einzelnen Lagers ist die Wahrscheinlichkeit, daß das Lager eine bestimmte Lebensdauer erreicht oder überschreitet (aus: DIN ISO 281/01.93). Fortsetzung Seite 2 bis 5 Arbeitsausschuß Wälzlager (AWL) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.		

2.4 Nominelle Lebensdauer

Die mit 90 % Erlebenswahrscheinlichkeit erreichbare rechnerische Lebensdauer für ein einzelnes Wälzlager oder eine Gruppe von offensichtlich gleichen, unter gleichen Bedingungen laufenden Wälzlagern bei heute allgemein verwendetem Werkstoff normaler Herstellqualität und üblichen Betriebsbedingungen (aus: DIN ISO 281/01.93).

2.5 Dynamische Tragzahl eines Linear-Wälzlagers

Die in Größe und Richtung unveränderliche radiale Belastung, die ein Linear-Wälzlager theoretisch für eine nominelle Lebensdauer von 10^5 m zurückgelegte Strecke aufnehmen kann.

ANMERKUNG: Die Angabe der dynamischen Tragzahl setzt voraus, daß der Hub des Linear-Kugellagers mindestens das 3fache seiner Baulänge beträgt.

2.6 Dynamisch äquivalente Belastung

Die in Größe und Richtung unveränderliche radiale Belastung, unter deren Einwirkung ein Linear-Wälzlager die gleiche nominelle Lebensdauer erreichen würde, wie unter den tatsächlich vorliegenden Belastungsbedingungen.

ANMERKUNG: Die dynamisch äquivalente Belastung sollte den Wert $0,25 \cdot C$ nicht überschreiten.

2.7 Statische Tragsicherheit

Als Verhältnis der statischen Tragzahl zu der statisch äquivalenten Belastung die Sicherheit gegen unzulässige bleibende Verformungen an Wälzkörpern und Laufbahnen.

2.8 Statische Tragzahl eines Linear-Kugellagers

Statische radiale Belastung, die einer errechneten Beanspruchung an der Berührstelle im Mittelpunkt der am höchsten belasteten Berührstelle zwischen Wälzkörper und Laufbahn (Welle) von 5300 MPa^1 entspricht.

ANMERKUNG: Die bleibende Gesamtverformung von Wälzkörper und Laufbahn entspricht dabei etwa dem 0,0001fachen des Wälzkörperdurchmessers.

2.9 Statisch äquivalente Belastung

Statische radiale Belastung, die die gleiche Beanspruchung an der Berührstelle im Mittelpunkt der am höchsten belasteten Berührstelle zwischen Wälzkörper und Laufbahn (Welle) verursacht wie die, die sich unter den tatsächlichen Belastungsbedingungen ergibt.

2.10 Teilkreisdurchmesser

Der Durchmesser des Kreises, der die Kugelmittelpunkte einer Kugelreihe im Lager enthält (aus: DIN ISO 76/10.88).

ANMERKUNG: Unter Kugelreihe sind hier die in einer zur Achse senkrechten Ebene liegenden Kugeln zu verstehen.

3 Formelzeichen

Formelzeichen	Benennung
b_m	Von Lagerausführung abhängiger Tragzahlbeiwert für Linear-Wälzlager mit heute üblicherweise verwendetem Werkstoff und üblicher Herstellqualität
C	Dynamische Tragzahl in Newton
C_0	Statische Tragzahl in Newton
D_{pw}	Teilkreisdurchmesser der Kugeln in Millimeter
D_w	Kugeldurchmesser in Millimeter
F	Belastung des Lagers bzw. Summe der Komponenten der auf das Lager wirkenden äußeren Kräfte in Newton
f_c	Faktor, der von der Geometrie, der Herstellqualität und dem Werkstoff der Lagerteile abhängt.
f_G	Faktor (dynamische Tragzahl)
f_0	Faktor, der von der Geometrie und der zulässigen spezifischen Beanspruchung der Lagerteile abhängt.
f_{0G}	Faktor (statische Tragzahl)
i	Anzahl der Kugelreihen
i_t	Anzahl der tragenden Kugelreihen
k_F	Dynamischer Lastfaktor
k_i	Faktor, der von der Anzahl und Anordnung der Kugelreihen abhängt (dynamische Tragzahl)
k_{0F}	Statischer Lastfaktor
k_{0i}	Faktor, der von der Anzahl und Anordnung der Kugelreihen abhängt (statische Tragzahl)
L_{10s}	Nominelle Lebensdauer in 10^5 Meter
P	Dynamische äquivalente Belastung in Newton
P_0	Statische äquivalente Belastung in Newton
r_a	Laufrillenradius des Tragkörpers in Millimeter
S_0	Statische Tragsicherheit
Z_t	Anzahl der tragenden Kugeln in einer Kugelreihe (Kugelreihe hier: axial angeordnete Folge von Kugeln)
φ	Winkel zwischen Nennlastrichtung und Kugelreihe

4 Tragfähigkeitsberechnung

4.1 Dynamische Tragzahl

Die dynamische Tragzahl für ein Linear-Kugellager mit gleichverteilten Kugelreihen in Scheitelstellung ergibt sich durch die Gleichung:

$$C = b_m \cdot f_c \cdot i^{0,7} \cdot Z_t^{0,7} \cdot D_w^{2,1} \quad (1)$$

¹⁾ $1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2$