

DIN 631

DIN

ICS 21.100.20

**Wälzlager –
Prüfbedingungen zur versuchstechnischen Verifikation der
dynamischen Tragzahl von linearen Wälzführungen mit profilierten
Schienen und Wälzkörperumlauf**

Rolling bearings –

Testing conditions for the experimental verification of the dynamic load rating of recirculation linear motion balls or roller bearings consisting of carriage and profiled rails

Roulements –

Conditions d'essai à la vérification expérimental de la charge dynamique de base des roulements linéaires à recirculation de billes ou de rouleaux composés de guidage sur rail profilé avec chariot

Gesamtumfang 22 Seiten

Normenausschuss Wälz- und Gleitlager (NAWGL) im DIN

Inhalt

Seite

Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Symbole	4
4 Tragfähigkeit und nominelle Lebensdauer	5
5 Kurzbeschreibung	7
6 Definition der Parameter	7
6.1 Prüflingsdimension	7
6.2 Ausführung des Wagens	7
6.3 Vorspannung	8
6.4 Genauigkeit	8
6.5 Prüflast	8
6.6 Toleranz der Prüflast	8
6.7 Belastungsrichtung	8
6.8 Geschwindigkeit und Beschleunigung	9
6.9 Hublänge	9
6.10 Schmierung	10
6.11 Schmiermengen	10
6.12 Ausfallkriterium	11
6.13 Detektion und Überwachung	12
6.14 Anzahl der Prüflinge	12
7 Angabe der Ergebnisse einschließlich Berechnungsverfahren	12
7.1 Vorgehensweise	12
7.2 Beschreibung der Vorgehensweise bei manueller Auswertung anhand eines Beispiels	13
Literaturhinweise	22
Bilder	
Bild 1 — Schematische Darstellung Profilschienenführung	5
Bild 2 — Belastungsrichtung	9
Bild 3 — Geschwindigkeit und Beschleunigung	9
Bild 4 — Tragkörperlänge	10
Bild 5 — Hublänge	10
Bild 6 — Darstellung Schadensdurchmesser	12
Bild 7 — Wahrscheinlichkeitsnetz zur Ablesung der experimentellen Lebensdauer $B_{10}, (G(x) = 10 \%)$	20
Tabellen	
Tabelle 1 — Mindestschmiermengen	11
Tabelle 2 — Beispiel Berechnung der individuellen Ausfallwahrscheinlichkeit	14
Tabelle 3 — Werte für obere und untere Vertrauensgrenze	19

Vorwort

Diese Norm wurde vom Normenausschuss Wälz- und Gleitlager, Arbeitsausschuss NA 118-01-11 AA „Linear-Wälzlager einschließlich Teile und Zubehör“ erarbeitet.

Zur Lagerung von linearen Achsen stehen dem Konstrukteur eine Vielzahl von Konstruktionsprinzipien zur Verfügung. Diese reichen von der einfachen Gleitführung über Hydrostatik, Aerostatik, Magnettechnologie bis hin zur linearen Wälzführung. Zur bedeutendsten Ausführung der linearen Wälzführungen zählt die Profilschienenführung, die heute einen Entwicklungsstand erreicht hat, der sie vergleichbar zu rotativen Wälzlagern als Hochleistungskomponente im allgemeinen Maschinenbau unverzichtbar macht.

Tragfähigkeit, Steifigkeit, Gebrauchsdauer, Genauigkeit, Dynamik, Dämpfungsverhalten, Bauraum und Reibung charakterisieren aus technischer Sicht lineare Führungskomponenten.

Die Tragfähigkeit einer Wälzführung wird durch Angabe der dynamischen Tragzahl beschrieben, die als Basis zur Berechnung der nominellen Lebensdauer herangezogen wird.

Damit sich die Berechnungsverfahren zur Ermittlung der dynamischen Tragzahl der einzelnen Hersteller nicht zu stark voneinander unterscheiden, haben sich alle Hersteller auf ein international gültiges Berechnungsverfahren geeinigt, das in ISO 14728-1 beschrieben ist.

In aufwändigen Versuchsreihen kann die dynamische Tragzahl von Profilschienenführungen überprüft bzw. verifiziert werden. Allerdings sind die Ergebnisse durch viele versuchstechnische Parameter stark beeinflussbar. Dieser Umstand macht eine Normierung der versuchstechnischen Parameter notwendig.

Bei der versuchstechnischen Darstellung der dynamischen Tragzahl von linearen Wälzführungen spiegeln sich viele Einflüsse bzw. Parameter am Ergebnis wider. So ist es möglich, über die Versuchsparameter enormen Einfluss auf die Ergebnisse zu nehmen. Ohne die Festschreibung der versuchstechnischen Parameter sind Ergebnisse zwischen unterschiedlichen Führungssystemen nicht vergleichbar.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 281	siehe DIN ISO 281
ISO 14728-1	siehe DIN ISO 14728-1

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die versuchstechnischen Parameter zur Verifikation der dynamischen Tragzahl einer Linearführung nach ISO 14728-1 fest.

Die vorliegende Norm dient ausschließlich zur versuchstechnischen Verifikation der dynamischen Tragzahl von linearen Wälzführungen mit profilierten Schienen und Wälzkörperumlauf, im Folgenden als Profilschienenführung bezeichnet. Als Basis dient die Angabe der dynamischen Tragzahl nach ISO 14278-1 in Verbindung mit den eindeutig festgelegten Einflussfaktoren b_m und λ .

Die in der vorliegenden Norm beschriebene Verfahrensweise kann nicht zur versuchstechnischen Ermittlung einer dynamischen Tragzahl herangezogen werden. So sind beispielsweise Auslegung und Anordnung des Prüfaufbaues in der vorliegenden Norm nicht enthalten. Zudem ist der in der vorliegenden Norm beschriebene Prüfumfang zur versuchstechnischen Ermittlung einer dynamischen Tragzahl nicht ausreichend.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 51517-3, *Schmierstoffe — Schmieröle — Teil 3: Schmieröle CLP*

DIN 51519, *Schmierstoffe — ISO-Viskositätsklassifikation für flüssige Industrie-Schmierstoffe*

DIN 55303-7:1996, *Statistische Auswertung von Daten — Teil 7: Schätz- und Testverfahren bei zweiparametrischer Weibull-Verteilung*

ISO 281, *Rolling bearings — Dynamic load ratings and rating life*

ISO 12090-1¹⁾, *Rolling bearings — Linear motion, recirculating ball and roller bearings, linear guideway type — Part 1: Boundary dimensions and tolerances for series 1, 2 and 3*

ISO 12090-2¹⁾, *Rolling bearings — Linear motion, recirculating ball and roller bearings, linear guideway type — Part 2: Boundary dimensions and tolerances for series 4 and 5*

ISO 14728-1, *Rolling bearings — Linear motion rolling bearings — Part 1: Dynamic load ratings and rating life*

ISO 15241, *Rolling bearings — Symbols for quantities*

3 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die Symbole nach ISO 281, ISO 14728-1 und ISO 15241.

1) Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm (DIN 631) befanden sich ISO 12090-1 und ISO 12090-2 noch im Entwurfsstadium (ISO/DIS 12090-1 und ISO/DIS 12090-2).

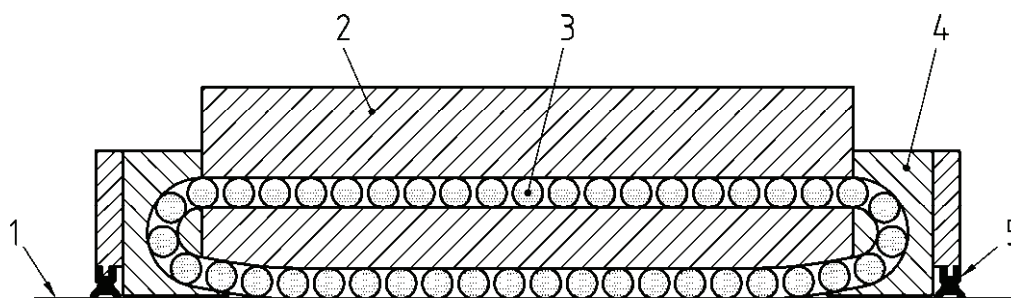
4 Tragfähigkeit und nominelle Lebensdauer

Für die lastabhängige nominelle Lebensdauer ist die dynamische Tragfähigkeit der Führung entscheidend. Diese wird von der Materialermüdung des Werkstoffes bestimmt. Berechnungsbasis zur Bestimmung der nominellen Lebensdauer ist die dynamische Tragzahl. Grundlage zur Berechnung der dynamischen Tragzahl einer Profilschienenführung ist die Internationale Norm ISO 14728-1 für lineare Wälzführungen mit profilierten Schienen und Wälzkörperumlauf.

Basis zur Herleitung der dynamischen Tragzahl nach ISO 14728-1 stellt der statistische Ansatz zur Materialermüdung nach Lundberg und Palmgren [1], [2] dar. Dieser beschreibt die Überlebenswahrscheinlichkeit einer Wälzkomponente in Abhängigkeit des beanspruchten Materialvolumens, der Anzahl von Überrollungen, dem orthogonalen Schubspannungsmaximum, der Tiefe des beanspruchten Materialvolumens und bestimmter Werkstoffkonstanten.

Die dynamische Tragzahl (C_{100}) einer Profilschienenführung stellt eine in Größe und Richtung unveränderliche Last in N dar, bei der eine Profilschienenführung mit einer theoretischen Überlebenswahrscheinlichkeit von 90 % eine Laufstrecke von 100 km erreicht.

Profilschienenführungen bestehen aus einer profilierten Schiene und einem oder mehreren Führungswagen. Schienenprofil und Wagen enthalten gehärtete Laufbahnen, auf denen Wälzkörper umlaufen.



Legende

- 1 Schienenlaufbahn
- 2 Stahlteil/Tragkörper
- 3 Wälzkörperumlauf
- 4 Umlenkkörper
- 5 Abdichtung

Bild 1 — Schematische Darstellung Profilschienenführung

Je nach Wälzkörperart unterscheidet man Kugelumlaufführungen oder Rollenumlaufführungen. Anzahl, Anordnung und Kontaktgeometrie der Wälzkörperreihen bestimmen die dynamische Tragzahl einer Profilschienenführung maßgeblich.

Die dynamische Tragzahl nach ISO 14728-1 wird für Kugelumlaufführungen durch folgende Parameter definiert:

b_m	Tragzahlbeiwert für Lager mit Kugelumlauf, Faktor auf 1,3 festgelegt, berücksichtigt Stahlqualität, Oberfläche usw.;
C_{100B}	dynamische Tragzahl nach ISO 14728-1 für Kugelumlaufführungen (Basis 100 km), in Newton (N);
C_{50B}	dynamische Tragzahl nach ISO 14728-1 für Kugelumlaufführungen (Basis 50 km), in Newton (N);
D_w	Wälzkörperdurchmesser, in mm;
i	Anzahl der tragenden Reihen;
r	Laufbahnradius, in mm;
t_w	Mittenabstand zwischen zwei nebeneinander liegenden Kugeln, in mm;
Z_t	Anzahl tragender Kugeln in einer Reihe;
α	Nenndruckwinkel (Nennberührungswinkel), in Grad;
λ_k	Reduktionsfaktor für Lager mit Kugelumlauf, Faktor auf 0,9 festgelegt, berücksichtigt geometrische Unvollkommenheit.

Die dynamische Tragzahl nach ISO 14728-1 wird für Rollenumlaufführungen durch folgende Parameter definiert:

b_m	Tragzahlbeiwert für Lager mit Rollenumlauf, Faktor auf 1,1 festgelegt, berücksichtigt Stahlqualität, Oberfläche usw.;
C_{100R}	dynamische Tragzahl nach ISO 14728-1 für Rollenumlaufführungen (Basis 100 km), in Newton (N);
C_{50R}	dynamische Tragzahl nach ISO 14728-1 für Rollenumlaufführungen (Basis 50 km), in Newton (N);
D_w	Wälzkörperdurchmesser, in mm;
i	Anzahl der tragenden Reihen;
l_{eff}	effektive Auflagelänge der Rolle;
t_w	Mittenabstand zwischen zwei nebeneinander liegenden Rollen, in mm;
Z_t	Anzahl tragender Rollen in einer Reihe;
α	Nenndruckwinkel (Nennberührungswinkel), in Grad;
λ_k	Reduktionsfaktor für Lager mit Rollenumlauf, Faktor auf 0,83 festgelegt, berücksichtigt geometrische Unvollkommenheit.

Die Angaben der dynamischen Tragzahlen in den Katalogen der Hersteller können aber dennoch sehr unterschiedlich sein. Einige Hersteller beziehen sich bei der Angabe der dynamischen Tragzahl nicht auf die Bezugsstrecke von 100 km (C_{100}) sondern auf 50 km (C_{50}). Um die Tragzahlen miteinander vergleichen zu können, gilt nach ISO 14728-1 folgende Umrechnung:

Für Kugelumlaufführungen gilt die Gleichung (1):

$$C_{100B} = \frac{C_{50B}}{1,26} \quad (1)$$

Für Rollenumlaufprüfungen gilt die Gleichung (2):

$$C_{100R} = \frac{C_{50R}}{1,23} \quad (2)$$

Katalogangaben der Tragzahlen der Hersteller sind nur dann vergleichbar, wenn diese nach ISO 14728-1 ermittelt wurden. Basis sind die in der Norm festgelegten Angaben der Faktoren λ_k und b_m . Jede Abweichung von der in ISO 14728-1 festgelegten Berechnungsgrundlage wie z. B. die Einführung zusätzlicher Faktoren sind nicht zulässig oder berechtigen nicht zur Angabe „Berechnet nach ISO 14728-1“. Ausgangspunkt für die vorliegende prüftechnische Verifikation stellt stets die dynamische Tragzahl nach ISO 14728-1 dar.

Vorraussetzung zur Erfüllung der vorliegenden Norm ist die Eignung des Prüfstandskonzeptes zur Einhaltung aller in der Norm festgelegten Parameter bzw. Grenzwerte.

Wird versuchstechnisch nach der in der vorliegenden Norm beschriebenen Vorgehensweise ein B_{10} -Wert ermittelt, der mindestens gleich oder größer ist als ein nach ISO 14728-1 berechneter nomineller Lebensdauerwert, dann ist die Tragzahlangabe nach ISO 14728-1 als gesichert anzusehen. Im Falle eines B_{10} -Wertes, der unterhalb des nach ISO 14728-1 berechneten Wertes liegt, muss eine Abwertung erfolgen.

5 Kurzbeschreibung

Eine festgelegte Anzahl von Prüflingen wird unter definierter Prüflast mit einem geeigneten Prüfaufbau bei festgeschriebenem Hubverhältnis und ausreichender Schmierstoffmenge bis zur Ermüdungsgrenze des Werkstoffes getestet.

Zur Absicherung einer Baureihe reicht es aus, eine bestimmte Ausführung bei festgelegter Baugröße der Lebensdauerprüfung zu unterziehen. Die Baugrößen und Ausführungen der linearen Wälzführungen mit profilierten Schienen und Wälzkörperumlauf beziehen sich auf die Internationalen Normen ISO 12090-1 und ISO 12090-2.

6 Definition der Parameter

6.1 Prüflingsdimension

Die folgenden Prüflingsdimensionen sind für die Prüfung zu verwenden:

- Kugelumlaufprüfungen der Baugröße 25;
- Miniaturkugelumlaufprüfungen der Baugröße 12;
- Rollenumlaufprüfungen der Baugröße 45.

6.2 Ausführung des Wagens

Bei der Auswahl der Prüflinge sind Typ und Anzahl der Befestigungsschrauben zu beachten, da durch unterschiedliches Steifigkeitsverhalten unterschiedliche Ergebnisse zu erwarten sind. Bei der Dokumentation der Ergebnisse sind Art, Typ und Anzahl der Befestigungsschrauben zu benennen.

Als Wagenform für die Prüfung sollte bevorzugt eine der folgenden Wagenformen verwendet werden:

- a) ISO 12090-1: Serie 1, Standard, Typ 1M;
- b) ISO 12090-2: Serie 4, Miniatur, Typ 4M.

Grundsätzlich dürfen auch andere Bauformen mit und ohne Dichtsatz verwendet werden.