

Wälzlager
Thermische Bezugsdrehzahl
Berechnung und Beiwerte

DIN
732-1

Einsprüche bis 31. Mrz 1995

ICS 21.100.20

Anwendungswarnvermerk
auf der letzten Seite beachten!Rolling bearings - Thermal reference speed -
Calculation and correction values**Inhalt**

	Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	1
2 Normative Verweisungen	2
3 Begriffe	2
4 Formelzeichen und Einheiten	2
5 Bezugsbedingungen	3
6 Bezugstemperaturen	3
7 Bezugsbedingungen die die Reibungsleistung im Wälzlager bestimmen ..	4
7.1 Bezugsbelastung des Wälzlagers	4
7.2 Schmierung bei Bezugsbedingungen	4
7.3 Weitere Bezugsbedingungen	4
8 Bezugsbedingungen für die Wärmeabfuhr aus dem Wälzlager bzw. der Lagerung	5
8.1 Wärmeabführende Bezugsfläche der Wälzlager	5
8.2 Wälzlagerspezifische Bezugswärmestromdichte	6
9 Berechnung der thermischen Bezugsdrehzahl	7
10 Beiwerte f_{0r} und f_{lr} unter Bezugsbedingungen	7
Erläuterungen	8

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm legt die Definition der thermischen Bezugsdrehzahl für Wälzlager fest und gibt die Berechnungsgrundlagen zur Bestimmung dieses Kennwertes an. Der nach dieser Norm bestimmte Kennwert gilt für Wälzlager der angegebenen Baureihen und Größen in Normalausführung (nach jeweiliger Maß- bzw. Produktnorm) sowie für Abwandlungen aus den Normalausführungen. Haben diese Abwandlungen Einfluß auf das Reibungsverhalten oder auf das Wärmeabgabevermögen der Wälzlagerbauart, gilt die, nach vorliegender Norm für die Normalausführung berechnete thermische Bezugsdrehzahl, nicht.

Axial-Rillenkugellager sind aus der vorliegenden Norm ausgeklammert, da kinematische Effekte ihre Verwendung, bei den in dieser Norm definierten thermischen Bezugsdrehzahlen, nicht zulassen.

Die thermische Bezugsdrehzahl - für einheitliche Bezugsbedingungen - unterscheidet sich naturgemäß von bisher vielfach üblichen "Grenzdrehzahlen". Es können sich teilweise stark voneinander abweichende Werte ergeben (siehe Abschnitt 5 und Erläuterung).

Die Bezugsbedingungen sind so gewählt, daß die thermische Bezugsdrehzahl für beide Schmierungsarten - Öl- und Fettschmierung - identisch ist.

Die thermische Bezugsdrehzahl erlaubt einen Vergleich der verschiedenen Wälzlagerbauarten und -baugrößen hinsichtlich ihrer Eignung für den Betrieb unter hohen Drehzahlen.

In den meisten Standardeinbaufällen wird die maximal mögliche Betriebsdrehzahl durch die Erwärmung des Wälzlagers bzw. die zulässige Wälzlagertemperatur bestimmt.

Die thermisch zulässige Betriebsdrehzahl wird aus der thermischen Bezugsdrehzahl durch Multiplikation mit dem Faktor des Drehzahlverhältnisses, der die realen Betriebsbedingungen berücksichtigt, errechnet (siehe DIN 732-2).

Fortsetzung Seite 2 bis 10

Arbeitsausschuß Wälzlager (AWL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

**Documents**

Document Sharing Hub

Wird die sich im Betrieb einstellende Wälzlagertemperatur z.B. durch zusätzliche Wärmeabfuhr im zulässigen Bereich gehalten, so stellt sie nicht mehr das Grenzkriterium für die zulässige Betriebsdrehzahl dar. Es können dann andere Kriterien wie Käfigverhalten, Beanspruchung durch Fliehkraft u.a. in den Vordergrund treten. Die daraus resultierenden Drehzahlgrenzen werden in dieser Norm nicht behandelt.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN 732-2 : 1994 Wälzlager – Thermisch zulässige Betriebsdrehzahl – Berechnung und Beiwerte (z.Z. Entwurf)

DIN 50323-3 : 1993 Tribologie - Reibung - Begriffe, Arten, Zustände, Kenngrößen

DIN ISO 76 : 1988 Wälzlager - Statische Tragzahlen; Identisch mit ISO 76 : 1987

Nachfolgende Publikationen enthalten Informationen zum technischen Hintergrund der verschiedenen Gleichungen. Sie werden in dieser Norm z.T. im Text zitiert. Für die Anwendung dieser Norm ist die Hinzuziehung nicht notwendig.

/1/ Palmgren, A.: Neue Untersuchungen über Energieverluste in Wälzlagern.
VDI-Berichte Bd. 20 (1957), S.117/121, VDI-Verlag, Düsseldorf.

/2/ Hillmann, R.: Ermittlung definierter Drehzahlkennwerte von Wälzlagern für hohe Drehzahlen unter praxisüblichen Einsatzbedingungen.
Forschungsheft 271 der Forschungsvereinigung Antriebstechnik, Frankfurt/Main, 1984.

/3/ Albers, A.: Die Bezugsdrehzahl und die Ermittlung zulässiger Drehzahlen für Wälzlager.
Forschungsheft 272 der Forschungsvereinigung Antriebstechnik, Frankfurt/Main, 1988.

/4/ Flüggen, F.: Ermittlung der Bezugsdrehzahlen und zulässige Drehzahlen für Kegelrollen- und Axiallager.
Forschungsheft 352 der Forschungsvereinigung Antriebstechnik, Frankfurt/Main, 1991.

3 Begriffe

Die thermische Bezugsdrehzahl n_{ϑ_r} ist die, für die Bezugsbedingungen (Abschnitt 5 bis 8) errechnete wälzlagerspezifische Drehzahl, bei der sich die Bezugstemperatur des Wälzlagers (ϑ_r) und ein Gleichgewicht zwischen der, durch die Reibung im Wälzlager entstehenden Reibungsleistung und den – beim Radiallager durch den Lagersitz (Welle und Gehäuse), bzw. beim Axiallager durch den Lagersitz und durch den Schmierstoff – aus dem Wälzlager abgeleiteten Wärmestrom einstellt.

Anmerkung: Mechanische und kinematische Kriterien, die zu einer weiteren Drehzahlbegrenzung führen können, werden durch die thermische Bezugsdrehzahl nicht berücksichtigt.

4 Formelzeichen und Einheiten

In den aufgeführten Gleichungen haben die Formelzeichen folgende Bedeutung:

Tabelle 1: Formelzeichen und Einheiten

Formelzeichen	Einheit	Benennung
A_{Sr}	mm ²	Wärmeabführende Bezugsfläche des Wälzlagers
B	mm	Breite des Wälzlagers, bzw. Breite des Innenringes des Kegelrollenlagers
C	mm	Breite des Außenringes des Kegelrollenlagers
C_0	N	Statische Tragzahl, entspricht bei Radiallagern C_{0r} und bei Axiallagern C_{0a} nach DIN ISO 76
d	mm	Bohrungsdurchmesser des Wälzlagers
D	mm	Außendurchmesser des Wälzlagers
d_i	mm	Außendurchmesser des Innenringes des Axial-Pendelrollenlagers

(fortgesetzt)

Tabelle 1 (abgeschlossen)

Formelzeichen	Einheit	Benennung
D_1	mm	Innendurchmesser des Außenringes des Axial-Pendelrollenlagers
d_m	mm	Mittlerer Wälzlagerdurchmesser $d_m = 0,5 \cdot (D + d)$
f_{0r}	–	Von der Wälzlagerbauart und der Schmierung abhängiger Beiwert unter Bezugsbedingungen
f_{1r}	–	Von der Wälzlagerbauart und der Belastung abhängiger Beiwert unter Bezugsbedingungen
M_{0r}	Nmm	Lastunabhängiges Reibungsmoment unter Bezugsbedingungen bei thermischer Bezugsdrehzahl (n_{ϑ_r})
M_{1r}	Nmm	Lastabhängiges Reibungsmoment unter Bezugsbedingungen
n_{ϑ_r}	1/min	Thermische Bezugsdrehzahl
N_{Fr}	W	Lagerreibungsleistung unter Bezugsbedingungen, bei thermischer Bezugsdrehzahl (n_{ϑ_r})
P_{1r}	N	Für das lastabhängige Reibungsmoment maßgebende dynamische äquivalente Belastung des Wälzlagers unter Bezugsbedingungen (Bezugsbelastung des Wälzlagers)
$\dot{q}_{Lr}$	kW/m ²	Wälzlagerspezifische Bezugswärmestromdichte des, unter Bezugsbedingungen aus dem Wälzlager an den Schmierstoff übertragenen und durch Abtransport des Schmierstoffes abgeführten Wärmestroms ($\dot{Q}_{Lr}$), bezogen auf die wärmeabführende Bezugsfläche des Wälzlagers (A_{Sr})
$\dot{Q}_{Lr}$	kW	Mit dem Schmierstoff unter Bezugsbedingungen aus dem Wälzlager, durch Konvektion an den Schmierstoff übertragener und durch Abtransport des Schmierstoffes abgeführter Wärmestrom
$\dot{q}_r$	kW/m ²	Wälzlagerspezifische Bezugswärmestromdichte der Summe der unter Bezugsbedingungen aus dem Wälzlager abgeführten Wärmeströme ($\dot{Q}_r$) bezogen auf die wärmeabführende Bezugsfläche des Wälzlagers (A_{Sr})
$\dot{Q}_r$	kW	Summe der aus dem Wälzlager unter Bezugsbedingungen abgeführten Wärmeströme
$\dot{q}_{Sr}$	kW/m ²	Wälzlagerspezifische Bezugswärmestromdichte des unter Bezugsbedingungen über den Lagersitz durch Wärmeleitung aus dem Wälzlager abgeführten Wärmestroms ($\dot{Q}_{Sr}$), bezogen auf die wärmeabführende Bezugsfläche des Wälzlagers (A_{Sr})
$\dot{Q}_{Sr}$	kW	Über die wärmeabführende Bezugsfläche des Wälzlagers (A_{Sr}) unter Bezugsbedingungen aus dem Wälzlager durch Wärmeleitung abgeführter Wärmestrom
T_1	mm	Breite des Außenringes des Axial-Pendelrollenlagers
T_2	mm	Breite der Sitzfläche des Innenringes des Axial-Pendelrollenlagers
ν_r	mm ² /s	Kinematische Viskosität des Schmieröls, bzw. des Schmierfett-Grundöls unter Bezugsbedingungen (bei Bezugstemperatur (ϑ_r) des Wälzlagers)
ϑ_{Ar}	°C	Mittlere Temperatur der Umgebung der Wälzlagerung unter Bezugsbedingungen (Bezugstemperatur der Wälzlagerung)
ϑ_r	°C	Mittlere Temperatur am Außenring des Wälzlagers unter Bezugsbedingungen (Bezugstemperatur des Wälzlagers)

5 Bezugsbedingungen

Die Bezugsbedingungen orientieren sich an den normalerweise auftretenden Betriebsbedingungen der wichtigsten Wälzlagerbauarten und -größen. Sie sind für alle Bauarten und -größen einheitlich festgelegt, sodaß sich in manchen Bereichen deutliche Unterschiede zu den bisher gebräuchlichen – von unterschiedlichen Bezugsbedingungen und Grenzkriterien ausgehenden – "Grenzdrehzahlen" ergeben.

6 Bezugstemperaturen

Bezugstemperatur des Wälzlagers am stillstehenden Außenring: $\vartheta_r = 70^\circ\text{C}$.

Bezugstemperatur der Wälzlagerumgebung: $\vartheta_{Ar} = 20^\circ\text{C}$.