

DIN ISO 20056-1



ICS 21.100.20

Entwurf

Einsprüche bis 2018-12-05
Vorgesehen als Ersatz für
DIN ISO 281 Beiblatt
5:2011-10

**Wälzlager –
Tragzahlen für Hybridlager mit keramischen Wälzkörpern –
Teil 1: Dynamische Tragzahlen (ISO 20056-1:2017);
Text Deutsch und Englisch**

Rolling bearings –
Load ratings for hybrid bearings with rolling elements made of ceramic –
Part 1: Dynamic load ratings (ISO 20056-1:2017);
Text in German and English

Roulements –
Charges de base pour roulements hybrides avec éléments roulants en céramique –
Partie 1: Charges dynamiques de base (ISO 20056-1:2017);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-10-05 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nawgl@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Wälz- und Gleitlager (NAWGL), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 40 Seiten

DIN-Normenausschuss Wälz- und Gleitlager (NAWGL)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Symbole	7
5 Dynamische Tragzahl	8
5.1 Kugellager	8
5.1.1 Dynamische radiale Tragzahl	8
5.1.2 Dynamische axiale Tragzahl	9
5.1.3 Tragzahl und Reduzierungsfaktoren für Hybridkugellager	10
5.2 Rollenlager	11
5.2.1 Dynamische radiale Tragzahl	11
5.2.2 Dynamische axiale Tragzahl	11
5.2.3 Tragzahl und Reduzierungsfaktoren für Hybridrollenlager	11
Anhang A (informativ) Berechnung der Ermüdungsgrenzbelastung C_U	13
A.1 Allgemeines	13
A.2 Ermüdungsgrenzbelastung eines Einzelkontakts	13
A.2.1 Kugellager	13
A.2.2 Rollenlager	13
Anhang B (informativ) Tabellarische Anhaltswerte für den Faktor f_c	14
B.1 Radialkugellager	14
B.2 Axialkugellager	16
B.3 Radialrollenlager	17
B.4 Axialrollenlager	19
Literaturhinweise	21

Tabellen

Tabelle 1 — Tragzahl und Reduzierungsfaktoren für Hybridkugellager	10
Tabelle 2 — Tragzahl und Reduzierungsfaktoren für Hybridrollenlager	12
Tabelle B.1 — Anhaltswerte für den Faktor f_c für Radialkugellager	14
Tabelle B.2 — Anhaltswerte von f_c für Axialkugellager	16
Tabelle B.3 — Anhaltswerte von f_c für Radialrollenlager	17
Tabelle B.4 — Anhaltswerte von f_c für Axialrollenlager	19

Nationales Vorwort

Dieses Dokument beinhaltet die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm ISO 20056-1:2017, die im Technischen Komitee ISO/TC 4 „Rolling bearings“ (Sekretariat: SIS, Slowenien) erarbeitet wurde.

Das für diese Normenreihe zuständige nationale Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 118-01-08 AA „Tragzahlen und Lebensdauer“ im DIN-Normenausschuss Wälz- und Gleitlager (NAWGL).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 281	siehe	DIN ISO 281
ISO 5593	siehe	DIN ISO 5593
ISO 20056-2	siehe	DIN ISO 20056-2*)
ISO/TR 1281-1	siehe	DIN SPEC 1281-1, DIN-Fachbericht ISO/TR 1281-1

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 281 Beiblatt 5:2011-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die DIN ISO-Hauptnummer wurde in DIN ISO 20056-1 und DIN ISO 20056-2 geändert;
- b) Anpassung an ISO-Regularien;
- c) Aufnahme von Abschnitt 2 „Normative Verweisungen“ und Abschnitt 3 „Begriffe“;
- d) Technische Überarbeitung der Tragzahlberechnung;
- e) Anpassung des Reduzierungsfaktors b_m für Axialrollen- und Axialkugellager;
- f) Überarbeitung der Literaturhinweise.

*) Zurzeit in Erarbeitung.

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 281, *Wälzlager — Dynamische Tragzahlen und nominelle Lebensdauer*

DIN ISO 5593, *Wälzlager — Begriffe und Definitionen*

DIN ISO 20056-2², *Wälzlager — Tragzahlen für Hybridlager mit keramischen Wälzkörpern — Teil 2: Statische Tragzahlen*

DIN SPEC 1281-1, DIN-Fachbericht ISO/TR 1281-1, *Wälzlager — Erläuternde Anmerkungen zur ISO 281 — Teil 1: Dynamische Tragzahlen und nominelle Lebensdauer*

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen, sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welt handelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 4, *Rolling bearings*, Unterkomitee SC 8, *Load ratings and life*, erarbeitet.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 20056 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Einleitung

Hybridlager sind Wälzlager mit Laufbahnen aus allgemein üblichen Wälzlagerstahl und Wälzkörpern aus Siliciumnitrid (zu Definitionen siehe ISO 5593). Aufgrund des höheren Elastizitätsmoduls der keramischen Wälzkörper haben Hybridlager bei gleicher Belastung eine deutlich kleinere Kontaktellipse als Wälzlager mit Wälzkörpern aus Wälzlagerstahl. Dies führt theoretisch zu einer Verringerung der dynamischen Tragfähigkeit.

In der Praxis werden Hybridlager in zahlreichen Industrieanwendungen eingesetzt, bei denen diese Lager mindestens die gleiche Lebensdauer wie herkömmliche Wälzlager mit Stahlwälzkörpern aufweisen. Für den typischen Einsatzbereich von Hybridlagern ist daher die theoretische Reduzierung der dynamischen Tragzahl in der Praxis nicht zu beobachten. Die kleinere Kontaktellipse und die Materialkombination aus Keramik-Stahl führen zu einer erkennbar geringeren Schubspannung an der Oberfläche im Wälzkontakt, was wiederum zu einer höheren Belastbarkeit führt. Dies spiegelt sich in der Definition eines höheren b_m -Faktors im Vergleich zu Stahllagern wider, der die höhere Kontaktspannung bei gleicher Tragfähigkeit kompensiert.

Die in diesem Dokument angegebenen Formeln ergeben daher die gleichen dynamischen Tragzahlen wie nach ISO 281 für Wälzlager mit identischer Innengeometrie und Wälzkörpern aus Stahl.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument spezifiziert Methoden zur Berechnung der dynamischen Tragzahlen für Hybridlager mit Lagerringen aus zeitgemäßem, allgemein gebräuchlichem, hochwertigem gehärtetem Lagerstahl in Übereinstimmung mit guter Herstellungspraxis und Wälzkörpern aus Siliciumnitrid in heute, allgemein verwendeter, hoher Material- und Fertigungsqualität und Oberflächenbeschaffenheit. Für Kugeln gilt ISO 26602 [6] gemeinsam mit ISO 3290-2 [2]. Für Rollen gilt ISO 12297-2 [3] und analog ISO 26602 [6].

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

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

ISO 5593, *Rolling bearings — Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 5593 und ISO 281.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>

4 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Formelzeichen.

b_m	Tragzahlbeiwert für Lager, die aus heute allgemein verwendetem, hochwertigem, gehärtetem Wälzlagerstahl nach bewährtem Herstellverfahren gefertigt sind; sein Wert ist von der Lagerart und -ausführung abhängig
C_a	dynamische axiale Tragzahl, in N
C_r	dynamische radiale Tragzahl, in N
C_u	Ermüdungsgrenzbelastung, in N (siehe Anhang A)
D_{pw}	Teilkreisdurchmesser des Kugel- oder Rollensatzes, in mm
D_w	Nenndurchmesser der Kugel, in mm
D_{we}	in die Tragzahlberechnung einzusetzender Rollendurchmesser, in mm
E_{Ce}	Elastizitätsmodul keramischer Wälzkörper, in MPa ($E_{Ce} = 300\,000\text{ MPa}$)
E_{St}	Elastizitätsmodul von Wälzlagerstahl, in MPa ($E_{St} = 207\,000\text{ MPa}$, nach ISO 281)
$E(\chi)$	vollständiges elliptisches Integral der 2. Art

f_c	Faktor, der von der Geometrie der Lagerbauteile, der Herstellgenauigkeit der einzelnen Bauteile und dem Werkstoff abhängig ist		
i	Anzahl der Reihen der Wälzkörper		
L_{we}	in die Tragzahlberechnung einzusetzende effektive Rollenlänge, in mm		
Q_u	Ermüdungsgrenzbelastung eines Einzelkontakts, in N		
r_e	der im Lagerquerschnitt gemessene Laufbahnritzenradius des Außenringes oder der Gehäusescheibe, in mm		
r_i	der im Lagerquerschnitt gemessene Laufbahnritzenradius des Innenringes oder der Wellenscheibe, in mm		
Z	Anzahl der Wälzkörper in einem einreihigen Lager; Anzahl der Wälzkörper je Reihe bei einem mehrreihigen Lager mit der gleichen Anzahl von Wälzkörpern in jeder Reihe		
α	Nennberührungswinkel, in Grad		
γ	Hilfsparameter,	$\gamma = D_w \times \cos \alpha / D_{pw}$	für Kugellager mit $\alpha \neq 90^\circ$
		$\gamma = D_w / D_{pw}$	für Kugellager mit $\alpha = 90^\circ$
		$\gamma = D_w \times \cos \alpha / D_{pw}$	für Rollenlager mit $\alpha \neq 90^\circ$
		$\gamma = D_{we} / D_{pw}$	für Rollenlager mit $\alpha = 90^\circ$
η	Reduzierungsfaktor für Axiallager		
λ	Reduzierungsfaktor		
ν	Korrekturfaktor für Exponentenvariation		
ν_{Ce}	Querkontraktionszahl keramischer Wälzkörper ($\nu_{Ce} = 0,26$)		
ν_{St}	Querkontraktionszahl von Wälzlagerstahl ($\nu_{St} = 0,30$, nach ISO 281)		
$\Sigma \rho$	Krümmungssumme, in mm^{-1}		
σ_{Hu}	Ermüdungsgrenze des Laufbahnwerkstoffs, in MPa		
χ	Verhältnis der beiden Halbachsen der Druckellipse		

5 Dynamische Tragzahl

5.1 Kugellager

5.1.1 Dynamische radiale Tragzahl

Die dynamische radiale Tragzahl für ein Hybridkugellager ergibt sich durch die Gleichungen (1), (2) und (3):

$$C_r = b_m \times f_c \times (i \times \cos \alpha)^{0,7} \times Z^{2/3} \times D_w^{1,8} \text{ für } D_w \leq 25,4 \text{ mm} \quad (1)$$

und

$$C_R = 3,647 \times b_m \times f_c \times (i \times \cos \alpha)^{0,7} \times Z^{2/3} \times D_w^{1,4} \text{ für } D_w \leq 25,4 \text{ mm} \quad (2)$$

mit

$$f_c = 29,038580 \times \lambda \times \left(\frac{2 \times r_i}{2 \times r_i - D_w} \right)^{0,41} \\ \times \gamma^{0,3} \times \frac{1 - \gamma^{1,39}}{1 + \gamma^{1/3}} \times \left\{ 1 + \left[1,04 \left(\frac{1 - \gamma}{1 + \gamma} \right)^{1,72} \times \left(\frac{r_i}{r_e} \times \frac{2 \times r_e - D_w}{2 \times r_i - D_w} \right)^{0,41} \right]^{\frac{10}{3}} \right\}^{\frac{-3}{10}} \quad (3)$$

Die tabellarischen Werte für den Faktor f_c sind in Anhang B angegeben. Die Werte von f_c aus Tabelle B.1 gelten für Lager mit einem Laufbahnritzenradius von höchstens $0,52 D_w$ bei Radial- und Schrägkugellager-Innenringen und höchstens $0,53 D_w$ bei Radial- und Schrägkugellager-Außenringen und bei Innenringen selbsteinstellender Lager.

Die Tragfähigkeit eines Lagers erhöht sich nicht notwendigerweise durch die Einführung engerer Laufbahnritzenradien, verringert sich aber in jedem Falle, wenn größere Radien vorgesehen werden als im vorhergehenden Absatz angegeben.

5.1.2 Dynamische axiale Tragzahl

5.1.2.1 Axialkugellager mit Berührungswinkel $\alpha < 90^\circ$

Die dynamische axiale Tragzahl eines Hybrid-Axialkugellagers mit einem Berührungswinkel von $\alpha < 90^\circ$ ergibt sich durch die Gleichungen (4), (5) und (6):

$$C_a = b_m \times f_c \times (\cos \alpha)^{0,7} \times \tan \alpha \times Z^{2/3} \times D_w^{1,8} \text{ für } D_w \leq 25,4 \text{ mm} \quad (4)$$

und

$$C_R = 3,647 \times b_m \times f_c \times (\cos \alpha)^{0,7} \times \tan \alpha \times Z^{2/3} \times D_w^{1,4} \text{ für } D_w \leq 25,4 \text{ mm} \quad (5)$$

mit

$$f_c = 70,8258060 \times \lambda \times \left(\frac{2 \times r_i}{2 \times r_i - D_w} \right)^{0,41} \\ \times \gamma^{0,3} \times \frac{(1 - \gamma)^{1,39}}{(1 + \gamma)^{1/3}} \times \left\{ 1 + \left[1,04 \left(\frac{1 - \gamma}{1 + \gamma} \right)^{1,72} \times \left(\frac{r_i}{r_e} \times \frac{2 \times r_e - D_w}{2 \times r_i - D_w} \right)^{0,41} \right]^{\frac{10}{3}} \right\}^{\frac{-3}{10}} \quad (6)$$

Dabei ist

Z die Anzahl der Kugeln, die Lasten in derselben Richtung übertragen.

Tabellarische Anhaltswerte für den Faktor f_c sind in Anhang B angegeben. Die Werte von f_c aus Tabelle B.2 gelten für Lager mit einem Laufbahnritzenradius von höchstens $0,54 D_w$. Die Tragfähigkeit eines Lagers erhöht sich nicht notwendigerweise durch die Einführung engerer Laufbahnritzenradien, verringert sich aber in jedem Falle, wenn größere Radien vorgesehen werden als im vorhergehenden Absatz angegeben.

5.1.2.2 Axialkugellager mit Berührungswinkel $\alpha = 90^\circ$

Die dynamische axiale Tragzahl eines Hybrid-Axialkugellagers mit einem Berührungswinkel von $\alpha = 90^\circ$ ergibt sich durch die Gleichungen (7), (8) und (9):

$$C_a = b_m \times f_c \times Z^{2/3} \times D_w^{1,8} \text{ für } D_w \leq 25,4 \text{ mm} \quad (7)$$

und

$$C_a = 3,647 \times b_m \times f_c \times Z^{2/3} \times D_w^{1,4} \text{ für } D_w \leq 25,4 \text{ mm} \quad (8)$$

mit

$$f_c = 70,8258060 \times \lambda \times \left(\frac{2 \times r_i}{2 \times r_i - D_w} \right)^{0,41} \times \gamma^{0,3} \times \left\{ 1 + \left[\left(\frac{r_i}{r_e} \times \frac{2 \times r_e - D_w}{2 \times r_i - D_w} \right)^{0,41} \right]^{\frac{10}{3}} \right\}^{\frac{-3}{10}} \quad (9)$$

Dabei ist

Z die Anzahl der Kugeln, die Lasten in derselben Richtung übertragen.

Tabellarische Anhaltswerte für den Faktor f_c sind in Anhang B angegeben. Die Werte von f_c aus Tabelle B.2 gelten für Lager mit einem Laufbahnrillenradius von höchstens $0,54 D_w$. Die Tragfähigkeit eines Lagers erhöht sich nicht notwendigerweise durch die Einführung engerer Laufbahnrillenradien, verringert sich aber in jedem Falle, wenn größere Radien vorgesehen werden als im vorhergehenden Absatz angegeben.

5.1.3 Tragzahl und Reduzierungsfaktoren für Hybridkugellager

Die Werte für die in den Gleichungen (1) bis (9) verwendeten Faktoren b_m , λ und η für die verschiedenen Arten von Hybridkugellagern sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 — Tragzahl und Reduzierungsfaktoren für Hybridkugellager

Lagerart	b_m	λ	η
Einreihige Radial-Rillenkugellager	1,8	0,95	—
Ein- und zweireihige Schrägkugellager			—
Zweireihige Radial-Rillenkugellager	1,8	0,9	—
Pendelkugellager	1,8	1	—
Axialkugellager	1,8	0,9	$1 - \frac{\sin \alpha}{3}$

5.2 Rollenlager

5.2.1 Dynamische radiale Tragzahl

Die dynamische radiale Tragzahl für ein Hybrid-Radialrollenlager ergibt sich durch die Gleichungen (10) und (11):

$$C_R = b_m \times f_c \times (i \times L_{we} \times \cos \alpha)^{7/9} \times Z^{3/4} \times D_{we}^{29/27} \quad (10)$$

mit

$$f_c = 142,84697 \times \lambda \times v \times \frac{\gamma^{2/9} \times (1 - \gamma)^{29/27}}{(1 + \gamma)^{1/4}} \times \left\{ 1 + \left[1,04 \times \left(\frac{1 - \gamma}{1 + \gamma} \right)^{\frac{143}{108}} \right]^{\frac{9}{2}} \right\}^{\frac{-2}{9}} \quad (11)$$

Tabellarische Anhaltswerte für den Faktor f_c sind in Anhang B angegeben.

5.2.2 Dynamische axiale Tragzahl

5.2.2.1 Axialrollenlager mit Berührungswinkel $\alpha < 90^\circ$

Die dynamische axiale Tragzahl eines Hybrid-Axialrollenlagers mit einem Berührungswinkel von $\alpha < 90^\circ$ ergibt sich aus den Formeln (12) und (13):

$$C_a = b_m \times f_c \times (L_{we} \times \cos \alpha)^{7/9} \times \tan \alpha \times Z^{3/4} \times D_{we}^{29/27} \quad (12)$$

mit

$$f_c = 380,09223 \times \lambda \times v \times \eta \times \frac{\gamma^{2/9} \times (1 - \gamma)^{29/27}}{(1 + \gamma)^{1/4}} \times \left\{ 1 + \left[\left(\frac{1 - \gamma}{1 + \gamma} \right)^{\frac{143}{108}} \right]^{\frac{9}{2}} \right\}^{\frac{-2}{9}} \quad (13)$$

Tabellarische Anhaltswerte für den Faktor f_c sind in Anhang B angegeben.

5.2.2.2 Axialrollenlager mit Berührungswinkel $\alpha = 90^\circ$

Die dynamische axiale Tragzahl eines Hybrid-Axialrollenlagers mit einem Berührungswinkel von $\alpha = 90^\circ$ ergibt sich durch die Gleichungen (14) und (15):

$$C_a = b_m \times f_c \times L_{we}^{7/9} \times Z^{3/4} \times D_{we}^{29/27} \quad (14)$$

mit

$$f_c = 326,83026 \times \lambda \times v \times \eta \times \gamma^{2/9} \quad (15)$$

Dabei ist

Z die Anzahl der Rollen, die Lasten in derselben Richtung übertragen.

5.2.3 Tragzahl und Reduzierungsfaktoren für Hybridrollenlager

Die Werte für die in den Formeln (10) bis (15) verwendeten Tragzahlfaktoren b_m , $\lambda \times v$ und η für die verschiedenen Arten von Hybridrollenlagern sind in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2 — Tragzahl und Reduzierungsfaktoren für Hybridrollenlager

Lagerart	b_m^a	$\lambda \times v$	η
Radialrollenlager	1,6	0,83	—
Axialrollenlager	1,45	0,73	$1 - 0,15 \sin \alpha$
^a Für Pendelrollenlager und Kegelrollenlager wurde kein Faktor b_m definiert.			