

**GELENKLAGER
UND GELENKKÖPFE
FÜR HÖCHSTE
BEANSPRUCHUNGEN**



Einführung

Radial-Gelenklager nach DIN ISO 12240-1 sind genormte, einbaufertige Maschinenelemente. Gelenklager können sphärische Bewegungen ausführen, gemeint sind Bewegungen in Umfangsrichtung (Schwenk- oder Drehbewegungen) und/oder Bewegungen quer zur Lagerachse (Kippbewegungen), somit können Fluchtungsfehler und Fertigungsungenauigkeiten so wie Fundamentsetzungen ausgeglichen werden.

FLURO® besitzt seit über 35 Jahren Erfahrung in der Entwicklung und der Herstellung von Gelenklagern und Gelenkköpfen. Wegen zunehmender Kundenanforderungen mit anspruchsvoller und risikoreicher Applikation im dynamischen Bereich hat FLURO® in jahrelanger Forschung und Entwicklung das FLURO®-Hochleistungsgewebe FLUROGLIDE® entwickelt.



Abbildung 1: Leistungsmerkmale

FLUROGLIDE® wird in den Reihen **GE..EW-2RS**, **GE..GW-2RS**, **GE..CW(-2RS)**, **GE..SWE**, **GE..AWE** sowie den Zylindrischen Gleitbuchsen **GB..x..x..ZW** eingesetzt.

Inhaltsverzeichnis

Allgemeines

Einführung	2
Inhaltsverzeichnis	3
Leistungsgrafiken	4
Bauformen/Baureihen.....	5

Technische Informationen

Tragzahlen.....	6
Lagerluft und Betriebsspiel.....	7
Gestaltung der Lagerung.....	8
Ein- und Ausbaumaßnahmen.....	9
Lebens- und Gebrauchsdauer.....	11
Berechnung der Lebensdauer.....	12
Berechnungsablauf.....	15
Berechnungsbeispiel	16

Produkte

Radial-Gelenklager GE..EW-2RS	17
Radial Gelenklager GE..GW-2RS	18
Radial-Großgelenklager GE..CW(-2RS)	19
Gelenkköpfe Serie EI..EW-2RS	20
Gelenkköpfe Serie EA..EW-2RS.....	21
Schräg-Gelenklager Serie GE..SWE.....	22
Axial-Gelenklager Serie GE..AWE	23
Zylindrische Gleitbuchse GB..x..x..ZW	24
Lastenheft Lebensdauerberechnung.....	26
Sonderapplikationen.....	27



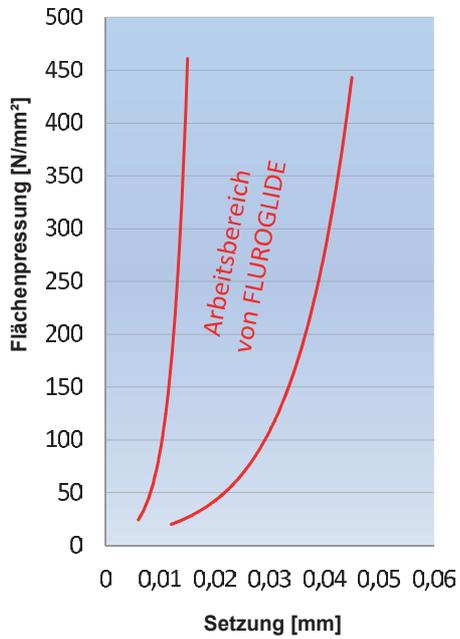
Katalog Ausgabe 2015

www.fluro.de

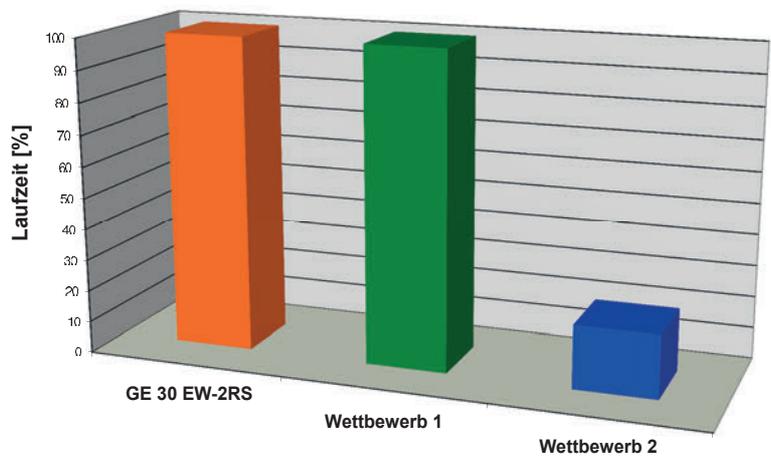
Für etwaige fehlerhafte oder unvollständige Angaben kann keine Haftung übernommen werden.
Für Lieferungen und sonstige Leistungen im kaufmännischen Geschäftsverkehr gelten ausschließlich unsere Verkaufs- und Lieferbedingungen.
Aus Gründen der ständigen Weiterentwicklung unserer Erzeugnisse müssen Änderungen vorbehalten bleiben.

FLURO-Gelenklager GmbH

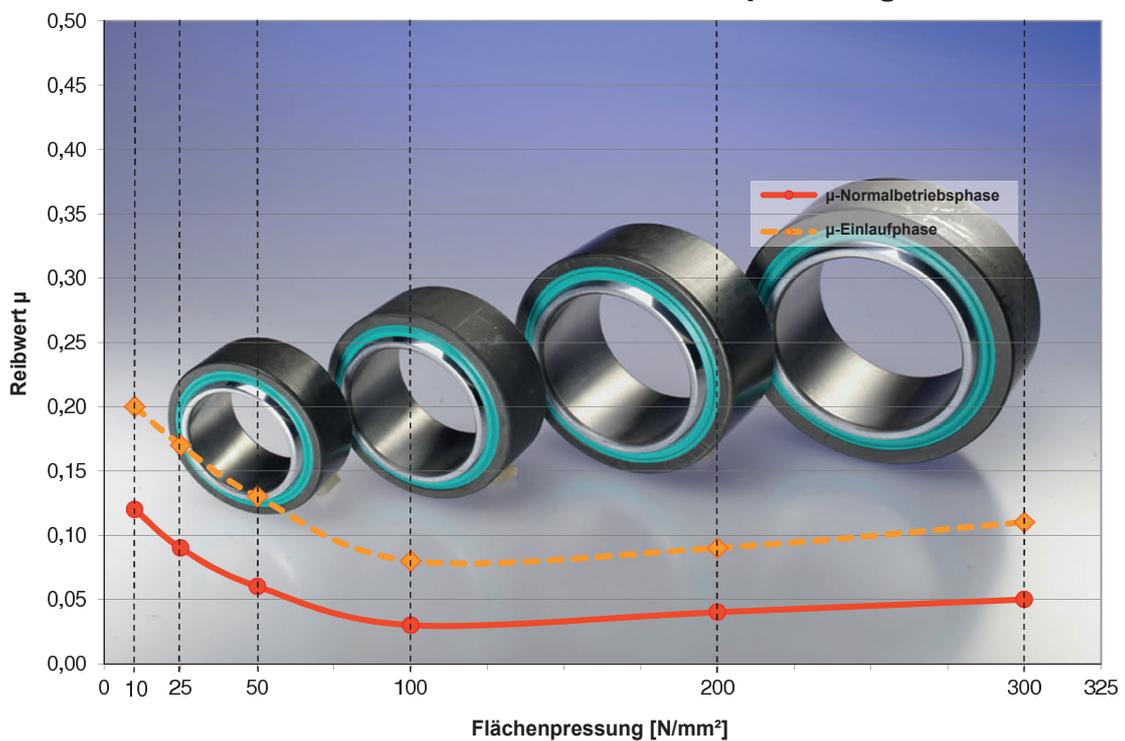
Druckstabilität von FLUROGLIDE®



Gebrauchsdauervergleich

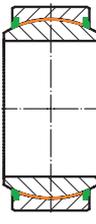
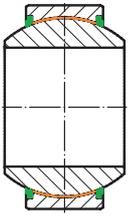
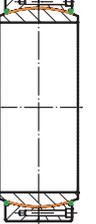


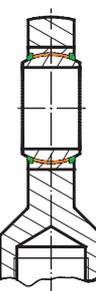
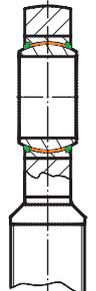
Reibwerte von FLUROGLIDE® bei unterschiedlichen Flächenpressungen

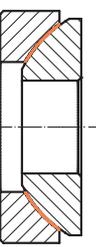
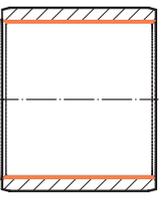


Bauformen / Baureihen

Produktübersicht

Gelenklager DIN ISO 12240-1 Maßreihe E			Gelenklager DIN ISO 12240-1 Maßreihe G			Gelenklager DIN ISO 12240-1 Maßreihe C		
GE.. EW-2RS	Wartungsfreie Ausführung		GE.. GW-2RS	Wartungsfreie Ausführung		GE.. CW-2RS	Wartungsfreie Ausführung	

Gelenkköpfe DIN ISO 12240-4 Maßreihe E mit Innengewinde			Gelenkköpfe DIN ISO 12240-4 Maßreihe E mit Außengewinde		
EI.. EW-2RS	Wartungsfreie Ausführung		EA.. EW-2RS	Wartungsfreie Ausführung	

Schräg Gelenklager DIN ISO 12240-2			Axial Gelenklager DIN ISO 12240-3			Zylindrische Gleitbuchse DIN ISO 4379		
GE..SWE	Wartungsfreie Ausführung		GE..AWE	Wartungsfreie Ausführung		GB.x.x.ZW	Wartungsfreie Ausführung	

Die Hauptabmessungen und Toleranzen der Gelenklager GE..EW-2RS und GE..GW-2RS entsprechen DIN ISO 12240-1 vor dem Sprengen des Außenrings. Durch das Sprengen ergeben sich geringe Maß- und Formabweichungen, die beim Einbau der Lager in die Gehäusebohrung wieder aufgehoben werden.

Tragzahlen

Die Tragfähigkeit von Gelenklagern wird durch die dynamische Tragzahl C und die statische Tragzahl C_0 vom Lagerhersteller definiert und ist nicht Inhalt der DIN ISO 12240. Der Tragzahl-Vergleich von Gelenklagern unterschiedlicher Hersteller ist nur dann zulässig, wenn die Lagerabmessungen, die Gleitpaarung und die Kalkulationsmethode identisch sind.

Dynamische Tragzahl C

– ist ein Kennwert zur Berechnung der theoretischen Lebensdauer im dynamischen Betrieb.
Für wartungsfreie Lager ist jede wiederkehrende Bewegung unter Last dynamischer Betrieb.
Wird die Hauptbewegung durch Relativbewegungen überlagert, die ebenfalls Reibung und Verschleiß erzeugen, so müssen diese zur Hauptbewegung addiert und dem dynamischen Betrieb zugeordnet werden.

Für die theoretische Lebensdauerberechnung von wartungsfreien Lagern kommt nur die dynamische Tragzahl C zum Ansatz!

C wird von der Belastung/Lagerpressung, den Schmiegunungsverhältnissen und der Einbausituation bestimmt. Eine exakte Bestimmung der Lagerpressung ist durch viele Einflussfaktoren erschwert.
Die dynamische Tragzahl C berücksichtigt deshalb einen materialspezifischen Belastungsfaktor K (siehe Tabelle 1: Spezifischer dynamischer Belastungsfaktor) und die projizierte Lagerfunktionsfläche.

$$C = K \cdot \text{projizierte Lagerfläche (in N)}$$

Statische Tragzahl C_0

– findet Anwendung bei Stillstandbelastung nach z.B. einer einmaligen Einstellbewegung, oder wenn dynamisch belastete Gelenklager zusätzlich Stoßbelastungen ausgesetzt sind.

C_0 ist die Belastungsgrenze bei Raumtemperatur für Gelenklager, bei der noch keine Gleitflächenschäden auftreten dürfen. Die lagerumgebenden Bauteile/Werkstoffe der Anschlußkonstruktion müssen bei voller Nutzung von C_0 , festigkeitsmäßig entsprechend ausgelegt sein.

C_0 wird ermittelt aus dem materialspezifischen Belastungsfaktor K_0 (siehe Tabelle 2: Spezifischer statischer Belastungsfaktor) und der projizierten Lagerfunktionsfläche.

$$C_0 = K_0 \cdot \text{projizierte Lagerfläche (in N)}$$

Gleitpaarung von Außen- zu Innenring	spezifischer Belastungsfaktor K (N/mm ²)
FLUROGLIDE®/Hart-Chrom	300

Tabelle 1: Spezifischer dynamischer Belastungsfaktor

Gleitpaarung von Außen- zu Innenring	spezifischer Belastungsfaktor K_0 (N/mm ²)
FLUROGLIDE®/Hart-Chrom	500

Tabelle 2: Spezifischer statischer Belastungsfaktor

Lagerluft und Betriebsspiel

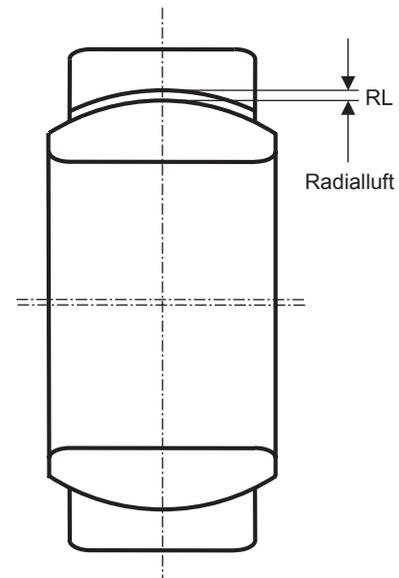
Die Radialluft bzw. das Betriebsspiel eines Lagers ist der radiale Verschiebeweg vom Innenteil (Innenring, Welle, Bolzen etc.) im Außenring (Gleitbuchse) auf der Y-/Vertikalachse.

Die Radialluft in Gelenklagern ist herstellerspezifisch und sollte primär optimale Funktionalität bieten.

Durch die Addition von Fertigungs-, Form- und Lage-toleranzen gilt die Radialluft-Angabe in den Maß-tabellen für die Maßreihen E, G und C.

Wartungsfreie Gelenklager benötigen für den Schmier-filmaufbau keine Radialluft.

Bei Radialluft = 0 beträgt der Traganteil im Lager 100%. Standardmäßig liefern wir die Gelenklager der Maß-reihen E, C und G in einem ganz engen Radialluft-Bereich (s. Tabelle 3).



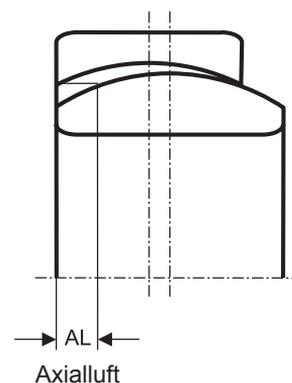
Nenngröße bis	20	35	60	90	140	240	300	340	400
Radialluft ¹ = (mm) von 0 bis	0,04	0,05	0,06	0,072	0,085	0,10	0,11	0,125	0,135

Tabelle 3: Radialluft

Jedes Radial-Gelenklager hat auch eine Axialluft, diese kann geometrisch bedingt ca. 3 x größer als die Radialluft sein. Die Axialluft wird in den Maßstabellen nicht aufgeführt.

Das Betriebsspiel wird am eingebauten, betriebs-warmen Lager ermittelt.

Die Radialluft, ihre Reduzierung durch die Passungsübermaße und die Temperatureinflüsse im Einbauzustand, bilden das Betriebsspiel.



¹ Die Radialluft wird in einer herstellerspezifischen Prüfvorrichtung gemessen und gewährleistet.

Gestaltung der Lagerung

Damit die Schwenk-, Kipp- oder Drehbewegungen immer zwischen den Lagerfunktionsflächen stattfinden, sind entsprechende Maßnahmen vorzusehen.

Aufgrund der relativ geringen Reibwerte wartungsfreier Lager, können leichtere Passungen für Gehäuse und Welle/Bolzen zur Anwendung kommen. Im Hin-

blick auf Traganteil und Tragwinkel im Gelenklager und speziell bei Wechsellast-Anwendungen, sind eher festere Passungen die richtige Lösung.

Die Passungsempfehlung:	Bohrung d (mm)	Gehäuse/Welle Stahl/Stahl	Gehäuse/Welle Leichtmetall/Stahl
	bis 300 ab 300	K7 / j6 J7 / j6	M7 / j6 -

Auswahl als Festlager

Gehäuse- und Wellenpassungen gemäß den Einbauempfehlungen ausführen. Müssen aus montage-technischen Gründen leichtere Passungen gewählt werden, sollte über die Anschlußkonstruktion eine zusätzliche, kraftschlüssige Fixierung von Außen- und Innenring erfolgen.

Auswahl als Loslager

Gelenklager werden immer über die Innenring-Bohrung und den aufnehmenden Welle/Bolzen als Loslager definiert.

Axiale Kräfteinleitung über den Innenring kann zur Aufweitung der Gehäusebohrung führen. Daher sollten die Außenringe des Lagers fest in der Gehäusebohrung fixiert sein.

Treten belastungsbedingte, thermische oder gewollte axiale Verschiebungen auf, müssen sie in der Innenring-Bohrung stattfinden. Die Innenring-Breite bildet die größere Stützfläche. Der Gegenlaufpartner Bolzen/Welle sollte eine Oberflächenhärte HRC > 56 und eine maximale Rauheit von Rz10 aufweisen.

Eine zusätzliche Gleitlack-Behandlung wäre vorteilhaft. Die zusätzliche Auskleidung der Innenring-Bohrung mit dem FLUROGLIDE® nach H8 (Innenringbohrung d in H8) ist die elegantere Problemlösung und auf Anfrage erhältlich.

Ein- und Ausbaumaßnahmen

Gelenklager und Gleitbuchsen sind Präzisions-Maschinenelemente. Für ein störungsfreies Funktionieren bedarf es einem sorgfältigen Handling vor und während der Montage.

Bei Einbaufehlern besteht kein Gewährleistungsanspruch.

Im Anlieferungszustand sind die Lager konserviert und können direkt aus der Verpackung entnommen und montiert werden. Nehmen Sie keine Veränderung am Anlieferungszustand vor und lassen Sie die Lager bis zum unmittelbaren Verbau in der Verpackung. Die Aufbewahrung sollte in trockenen, sauberen Räumen erfolgen.

Zur Vorbeugung der Korrosion sollte auf eine trockene und saubere Handhabung geachtet werden. Thermische Einbauhilfen mit Thermostat sind zulässig, wenn die Erwärmung/Unterkühlung gleichmäßig im lagerspezifischen Temperaturspektrum (-50 bis +180 °C¹) erfolgt.

Zur Montagevorbereitung gehört die optische Kontrolle, die Überprüfung der Maß- und Formgenauigkeit der Lagersitzflächen und das Vorhandensein von Zentrierfasen im Bereich $15 \pm 5^\circ$ (s. Abbildung 2).

Leichtes Einölen der Paßflächen als Montagehilfe ist erlaubt, wenn kein Öl in die Lagerfunktionszone gelangt. Direkte Schläge auf die Lagerringe sind unzulässig. Für eine sachgemäße Montage sind entsprechende Montagehilfen (s. Abbildung 3 und 4) vorzubereiten. Die Einbaukräfte nur indirekt mittels Einpresskappe auf die Innenring-Stirnfläche zur Montage auf eine Welle/Bolzen oder auf die Außenring-Stirnfläche zur Montage in ein Gehäuse richten.

Ein Kombi Einbauwerkzeug (s. Abbildung 5) wird benötigt, wenn die Einbaukraft gleichzeitig über die Außen- und Innenring-Stirnflächen geleitet und synchron auf eine Welle/Bolzen und in ein Gehäuse montiert wird.

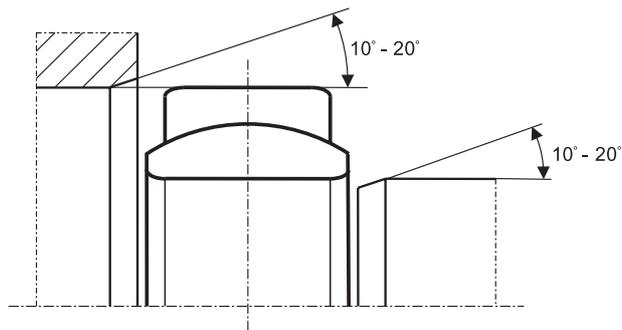


Abbildung 2: Zentrierfasen

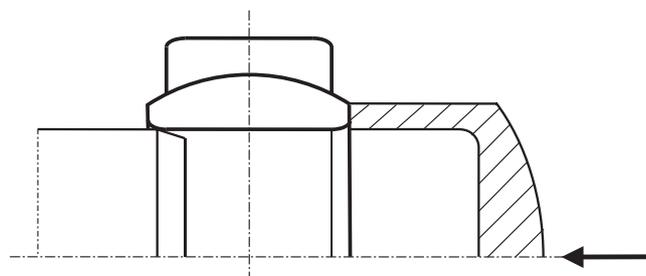


Abbildung 3: Montagehilfe

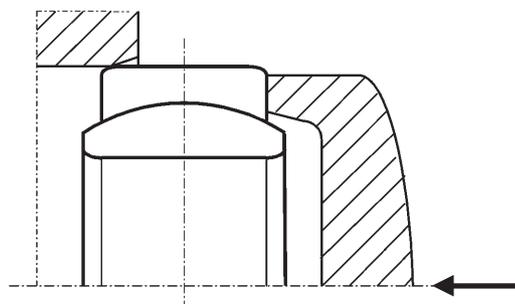


Abbildung 4: Montagehilfe

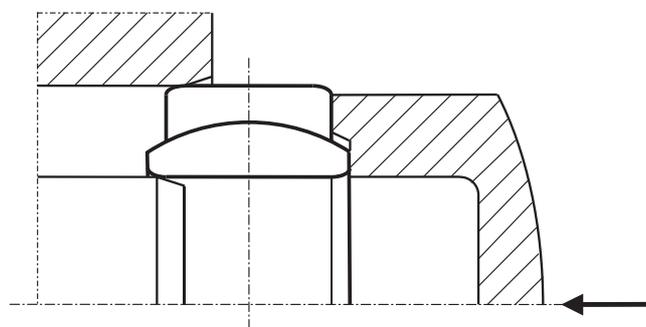


Abbildung 5: Kombi Einbauwerkzeug

¹ Um Beschädigungen an den Dichtungen zu vermeiden müssen vor der Montage mit thermischer Einbauhilfe (ab 130 °C), die Dichtungen aus dem Gehäuse ausgebaut werden.

Ein- und Ausbaumaßnahmen

Mit den Lagerabmessungen steigen die Montagekräfte. Im Konstruktionsstadium daher bereits entsprechende Montage- und Remontagemöglichkeiten vorsehen.

⚠ Bei der Montage gesprengter Außenringe, die Trennstelle ca. 90° zur Hauptlastriechtung anordnen.

Der Außenring der Groß-Gelenklager GE ... CW ist einseitig verschraubt. Das Schraubenbild der Montageseite zugewandt, erleichtert einen eventuellen Lagertausch.

Gewindebohrungen für Ringschrauben nach DIN 580 in den Stirnflächen sind für Handling und Transport vorgesehen (s. Abbildung 6).

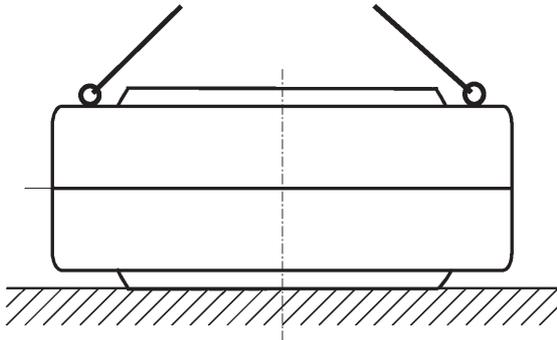


Abbildung 6: Transport Großgelenklager

Wartung und Handhabung von Gelenklagern

Wartungsfreie Lager von FLURO® sind absolut wartungsfrei!

Eine Lagerschmierung darf nicht durchgeführt werden. Die Lagereigentrübologie bzw. deren Aufbau wird durch Schmierung erheblich gestört und somit die Lebens-/Gebrauchsdauer radikal reduziert.

Gleiches gilt für das Eindringen von flüssigen Medien/Schmutz aller Art.

Die hohen Gleit-/Verschleißwege werden nur bei Trockenlauf und funktionierender Lagereigentrübologie erreicht.

Es muss darauf geachtet werden, dass nach der Montage der Innenring sauber und trocken ist. Eventuelle Rückstände von Fett oder Öl mit Ethanol reinigen.

Lebensdauer und Gebrauchsdauer

Lebens- und Gebrauchsdauer

Grundlagen für die Lebensdauer und die theoretische Berechnung sind eine Vielzahl von Prüfstands- und Laborversuchen unter den unterschiedlichen Belastungs-, Bewegungsverhältnissen und Bedingungen.

Den Bestrebungen, die Versuche so praxisnah wie möglich zu gestalten, sind natürliche Grenzen gesetzt, so dass Theorie und Anwendungserfahrungen zusammengeführt werden müssen.

Egal ob der Anwender oder FLURO® die Berechnung durchführt, das Lastenheft (Seite 26) muss vollständig mit technischen Daten versehen sein.

Die Berechnung der theoretischen Lebensdauer liefert auf jeden Fall Lagervergleichswerte. Damit kann der Anwender das leistungsfähigste Lager aus der Palette der Anbieter lokalisieren.

Es dürfen nur Ergebnisse verglichen werden, wenn Anbieter, Produkt und theoretische Berechnung aus einem Haus stammen. Die in der Praxis erzielten Oszillationen (Schwenkbewegungen) oder Betriebsstunden sind die Gebrauchsdauer eines Lagers.

Die Gebrauchsdauer wird wesentlich bestimmt durch die:

- richtige Lagerauswahl
- auftretenden Stöße, Schläge, Vibrationen
- angreifende Korrosion
- Umsetzung der Einbauempfehlungen
- Art und Größe der Belastung
- anfallende Verschmutzung
- Funktionalität der Abdichtung

Reibung und Verschleiß

Die Reibung in wartungsfreien Lagern hängt ab von der:

- Gleitpaarung (Gleitschicht im Aussenring/ Gegenlaufpartner Innenring bzw. Welle/Bolzen)
- Belastung
- Gleitgeschwindigkeit
- Betriebstemperatur

Die Reibung ist eine Funktion der Belastung (P). Gleitbelagspezifisch nimmt die Reibung mit steigender Belastung ab. Die Reibung steigt, wenn die Belastung reduziert wird. Die Reibung ist zudem eine direkte Funktion der Gleitgeschwindigkeit (v). Die Reibung steigt und sinkt mit zu- bzw. abnehmender Gleitgeschwindigkeit. Die Reibung ist auch eine Funktion der Betriebstemperatur T_B . Reziprok (Umkehrfunktion) steigt und sinkt die Reibung mit ab- bzw. zunehmender Temperatur.

Aus Sicherheitsgründen wird das Lagerreibmoment bei der Dimensionierung der Antriebsaggregate immer mit dem maximalen Reibungsfaktor für das FLURO-GLIDE®-Hochleistungsgewebe gegenüber Hartchrom oder gehärteten Stählen berechnet. Der maximale Reibungsfaktor tritt in der Einlaufphase auf.

FLUROGLIDE® zeichnet sich besonders dadurch aus, dass sich der Reibwert schon in der Einlaufphase auf einem niedrigen Reibniveau befindet.

Gut eingelaufene Lager bewegen sich in der Normalbetriebsphase entsprechend der Belastung auf einem nahezu konstanten Reibniveau bis zur Ausfallphase.

$$M = P \times \mu \times d_k \times 5 \times 10^{-4}$$

- M (Nm) = Gelenklager-Reibmoment
P (N) = äquivalente, dynamische Belastung
 μ = Reibungsfaktor
(s. Reibwertetabelle auf Seite 4)
 d_k (mm) = Gelenklager-Kugeldurchmesser
(aus Produkttabellen)

Lebensdauer und Gebrauchsdauer

Bei der Entwicklung wurde auf die optimierte Einlaufphase des Gelenklagers Wert gelegt um eine Verlängerung der Normalbetriebsphase zu erreichen.

Bereich: $p = 1 - 300 \text{ N/mm}^2$

$$s = 1500000 / 1,0219P \text{ bis } p \leq 100 \text{ N/mm}^2$$

$$s = 800000 / 1,0155P \text{ ab } p \geq 100 - 300 \text{ N/mm}^2$$

Erhöhte Reibwerte sind gleichbedeutend mit gesteigertem Verschleiß in den Ein- und Auslaufphasen.

Der konstante Reibwert in der Normalbetriebsphase spiegelt den linearen Verschleiß wieder, den eine störungsfreie, funktionierende Lagereigentribologie durch das kontinuierliche Ersetzen verbrauchter Gleitbelag-Partikel bewirkt.

Die Aufgabe einer Abdichtung muss sein, die Eigentribologie vor allen physikalischen und chemischen Einflüssen zu schützen.

Belastungsmäßig unterfordert, auf einem hohen Reibungsniveau bewegt, kann ein solches Lager in einer schwingungsempfindlichen Konstruktion, die Ursache für eine unangenehme Geräuschbildung (Slip-Stick) sein.

Alle bisherigen Aussagen beziehen sich auf das FLUROGLIDE®-Hochleistungsgewebe im Außenring. Der Einfluss der Gegenlaufpartner Innenring-Kugelfläche, Welle- oder Bolzen-Oberfläche ist ähnlich groß und wird bei der Lebensdauerberechnung mit den folgenden Faktoren berücksichtigt.

$$\text{Rauheits-Faktor } f_6 = 1,357 \times 0,737^{Rz}$$

(Werkstoffe:

Hartchrom, Wälzlager-, Kohlenstoff- oder Niro-Stähle gehärtet)

$$\text{Härte-Faktor } f_7 = 1 - (55 - \text{HRC Istwert}) \times 0,04$$

Die Gelenklager bilden eine geschlossene Einheit, in denen Rauheit $f_6 = 1$ und Härte $f_7 = 1$ optimal verwirklicht sind. Wird das Gelenklager als Loslager verwendet liegt die Verantwortung beim Anwender, wenn der Gegenlaufpartner eine Welle oder Bolzen ist, müssen die Vorgaben für Werkstoff, Rauheit und Härte berücksichtigt werden.

Belastungen

Im bewegten Lager wird unterschieden zwischen einer unveränderlichen, zentrischen Belastung **F** (konstante, einseitige Belastung) und einer zusammengesetzten, äquivalenten Belastung **P**, aus gleichzeitig wirkenden Radial- (**Fr**) und Axial- (**Fa**) –Belastungen (s. Abbildung 7), die zudem einseitig oder wechselnd auftreten können. Wirkt **F**, wird **F = P** und geht direkt in die Berechnung der theoretischen Lebensdauer ein. Wirken zusammengesetzte Belastungen, muss **P** erst ermittelt werden.

$$P = X \times Fr \quad X = 0,97 \times 26,565^{Fa/Fr}$$

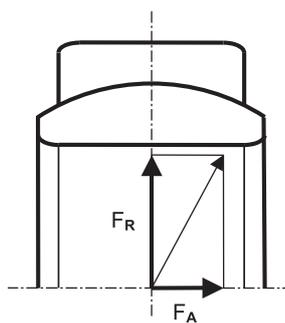


Abbildung 7: Radial- und Axialkraft

⚠ Bitte beachten: Verhältnis F_a/F_r darf nicht höher als **0,3** sein.

Lebensdauer und Gebrauchsdauer

Veränderliche Belastungen

Der äquivalente Belastungswert **P** für eine sich linear verändernde Belastung wird wie folgt ermittelt:

$$P = [(F_{\min}^2 + F_{\max}^2) \times 0,5]^{0,5}$$

Tritt Schwelllast auf, liegt man bei der Berechnung der theoretischen Lebensdauer mit **F_{max}** auf der sicheren Seite. Bei wechselnder Lastrichtung (Zug/Druckkräfte) wird immer die Höchstbelastung als **P_{max}** in die Berechnung eingesetzt. Die theoretische Lebensdauer, in der Reihenfolge erst für einseitige Belastung berechnet, wird mittels eines Wechsellastfaktor **f₅** korrigiert.

Wechsellastfaktor	f₅ = 0,5442 / 1,017^{f₄} x p
Lastfrequenz	f₄ = f / 60

Lastfrequenz $f_4 = f / 60$ in (Hz), wenn $f = f_4$. $f \neq f_4$ dann für f_4 die vom Kunden genannte Lastfrequenz einsetzen, da Bewegungs- und Lastfrequenz unterschiedlich sein können.

Flächen- / Lagerpressung

Soll die angestrebte Lebensdauer Realität werden, muss die spezifische Lagerbelastung den Betriebsbedingungen entsprechen. Die spezifische Lagerbelastung bestimmt die Flächenpressung im Lager und ist das Kriterium für die Beurteilung auf den Anwendungsfall bezogen.

Die Flächen-/Lagerpressung **p** eines Radial-Gelenklagers wird ermittelt aus:

- spezifischem Belastungsfaktor
K = 300 (N/mm²) Tabelle 1 Seite 6
- äquivalenter dynamischer Lagerbelastung
P (N) (siehe oben)
- dynamischer Tragzahl
C (N) (aus den Maßtabellen)

Flächen- / Lagerpressung	p = 300 x P/C
---------------------------------	----------------------



- dynamisch konstante und schwellende Belastung
p_{max} = 300 N/mm²
- wechselnde Belastung
p_{max} = 150 N/mm² ($p=150 \text{ N/mm}^2$ bei $f_4 = 0,67\text{Hz}$)
- statische Belastung
p_{0max} = 500 N/mm²

Bewegungen

Gelenklager übertragen im dynamischen Betrieb hohe Lasten, während sich Außen- und Innenring relativ zueinander bewegen.

Die Bewegungen (dynamische Verhältnisse) werden bestimmt durch die:

- Bewegungsgrößen
- Bewegungshäufigkeit
- Bewegungsgeschwindigkeit

Lebensdauer und Gebrauchsdauer

Bewegungsgrößen

Zu den Bewegungsgrößen gehört der Schwenkwinkel β (s. Abbildung 8). Er beschreibt die Lagerbewegung in Umfangsrichtung von einer Endlage zur anderen. Eine Schwenkbewegung umfasst 2β , also von einer Endlage zur anderen und zurück.

Bei einem maximalen Schwenkwinkel $\beta = 180^\circ$, beträgt eine Schwenkbewegung $= 2\beta = 360^\circ = 1$ Umdrehung.

Der Kippwinkel α gehört auch zu den Bewegungsgrößen. Er beschreibt die Lagerbewegung quer zu Lagerachse. Eine Kippbewegung umfasst 2α . Der maximale Kippwinkel bei voller Ausnutzung der Katalogtragzahlen ist den jeweiligen Maßtabellen zu entnehmen. Theoretisch kann ein Radial-Gelenklager mit reduzierter Belastbarkeit bis zum Anschlag der Welle/Bolzen im Außenring gekippt werden. Treten Schwenk- und Kippbewegungen gleichzeitig auf, führt das Gelenklager sphärische Bewegungen aus.

Der Ersatzwinkel β_1 wird durch geometrische Addition ermittelt. Die Bewegungswinkel werden durch einen Winkelfaktor f_2 in der theoretischen Berechnung der Lebensdauer berücksichtigt.

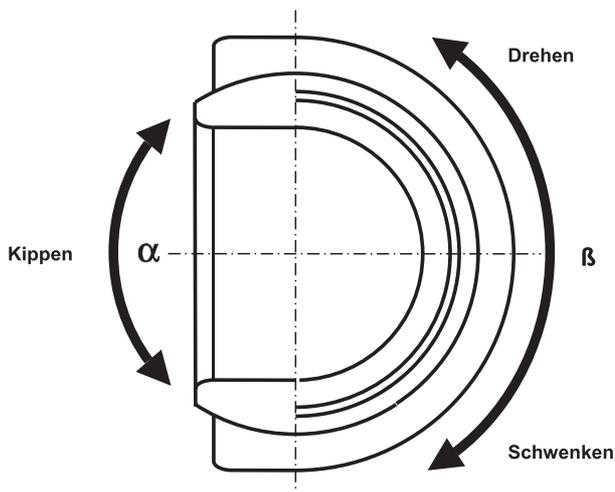


Abbildung 8: Kipp- und Schwenkwinkel

$\beta_1 = (\beta^2 + \alpha^2)^{0,5}$	$f_2 = 0,758 \times 1,00618^\beta$ bzw. α bzw. β_1
--	---

Bewegungshäufigkeit

Bewegungsfähigkeit, auch Frequenz f (min^{-1}) genannt, bezeichnet die Anzahl der Bewegungen pro Zeiteinheit. Treten Drehbewegungen auf, wird f durch n ersetzt.

Die Frequenz beeinflusst primär die Lagerlebensdauer sowie den Reibungsenergieumsatz im Gelenklager.

Bewegungsgeschwindigkeit

Bewegungsgeschwindigkeit ist für wartungsfreie Gelenklager die mittlere Gleitgeschwindigkeit v (mm/s), die bei kontinuierlichem Betrieb, oder bei Betrieb mit wiederkehrenden Stillstandzeiten vorherrscht.

Die Gleitgeschwindigkeit wird durch einen Gleitgeschwindigkeitsfaktor f_1 bei der Berechnung berücksichtigt.

$v = 2,91 \times 10^{-4} \times d_k \times \beta \times f$	$f_1 = 1,61 - (v \times 1,01^P / 366,3)$
--	--

Betriebstemperatur T_B

Die zulässigen Betriebstemperaturen des FLURO-GLIDE®-Hochleistungsgewebes liegen bei -30 bis $+150^\circ\text{C}$.

Im Bereich von 0 bis $+150^\circ\text{C}$ ist der Temperaturfaktor $f_3 = 1$, von 0 bis -30°C erfolgt eine Lebensdauerreduzierung.

$f_3 = 1 - (-T_B) / 100$

Gültigkeitsbereich

! Die theoretische Lebensdauerberechnung ist gültig im Bereich von $d = 17$ bis 300 . Für die Berechnung der Gelenklager der Serie **CW**; **AWE** sowie **SWE** nehmen Sie Kontakt mit unseren Technikmitarbeitern auf.

Lebensdauer und Gebrauchsdauer

Berechnungs-Ablauf

An Hand der technischen Daten aus dem Lastenheft (s. Berechnungsbeispiel), erfolgt eine Lagervorbestimmung und schrittweise die theoretische Lebensdauerbestimmung für das betreffende Gelenklager.

Es beginnt mit der Berechnung für einseitige und schwellende Belastung, später wird das Ergebnis mit dem Wechselfaktor korrigiert, wenn das Lager mit Zug/Druck beaufschlagt wird.

1. Belastung	P (kN)
Einseitige oder wechselnde Belastung	$F_r = P$
Äquivalente, einseitige oder wechselnde Belastung	$P = 0,97 \times 26,565^{F_a/F_r} \times F_r$
Schwellende Belastung	$P = [(F_{\min}^2 + F_{\max}^2) \times 0,5]^{0,5}$

Auf der sicheren Seite liegt man, wenn man mit F_{\max} die theoretische Lebensdauerberechnung durchführt.

2. Lagerpressung	p (N/mm²)
Spezifische Lagerbelastung	$p = 300 \times P/C$ (C = dynamische Tragzahl aus Produkttabelle)

3. Gleit-/Verschleißweg	s (m)
bis $p \leq 100$ N/mm ² $s = 1.500.000 / 1,0219^p$	ab $p \geq 100 - 300$ N/mm ² $s = 800.000 / 1,0155^p$

4. Gleitgeschwindigkeit	v (mm/s)
von 1 – 300 mm/s.....	$v = 2,91 \times 10^{-4} \times d_K \times \beta \times f$

Bei Gleitbuchse d statt d_K aus den Maßstabellen;

wenn Kipp- oder sphärische Bewegungen α bzw. β_1 ($\beta_1 = (\beta^2 + \alpha^2)^{0,5}$) und bei Drehbewegungen n statt f. (f in min⁻¹)

5. Gleitgeschwindigkeitsfaktor f_1	6. Bewegungsfaktor f_2
$f_1 = 1,61 - [(v \times 1,01^p) / 366,3]$	$f_2 = 0,758 \times 1,00618^\beta$

7. Temperaturfaktor f_3	
von 0 bis +150°C $f_3 = 1$	ab 0 bis -30° C $f_3 = 1 - [-20 - (T_B)] / 100$

8. Theoretische Lebensdauer	
L in Schwenkbewegungen / Oszillationen	L_h in Betriebsstunden
$L = s \times f \times f_1 \times f_3 \times 10 / v \times f_2$	$L_h = L / (f \times 60)$

Theoretische Lebensdauer bei Wechsellast

Lastfrequenzfaktor f_4	Wechsellastfaktor f_5
$f_4 = f / 60$	$f_5 = 0,5442 / 1,017^{f_4 \times p}$
L_w in Schwenkbewegungen / Oszillationen	L_{hw} in Betriebsstunden
$L_w = L \times f_5$	$L_{hw} = L_w / (f \times 60)$

Theoretische Lebensdauerberechnung Gleitbuchse

Für die Berechnung der theoretischen Lebensdauer müssen zusätzlich die Rauheit und die Härte mittels Faktoren berücksichtigt werden.

Rauheits-Faktor f_6	Härte-Faktor f_7
$f_6 = 1,357 \times 0,737^{Rz}$	$f_7 = 1 - (55 - \text{HRC Istwert}) \times 0,04$
$L = s \times f \times f_1 \times f_3 \times f_6 \times f_7 \times 7,5 / v \times f_2$	$L_h = L / (f \times 60)$

Wenn Wechsellast vorherrscht, wird die wie folgt berechnet.

$L_w = L \times f_5$	$L_{hw} = L_w / (f \times 60)$
----------------------------	--------------------------------

Lebensdauer und Gebrauchsdauer

Berechnungsbeispiel

Kunde:Kranhersteller
Einbaufall/ -stelle:.....Auslegerlager am Doppellenker-Hafenkran für Greiferbetrieb nach DIN 15018 Betriebsklasse V5
Umgebungsverhältnisse:.....Temperatur: von 5 bis 60°C
 Atmosphäre: maritimes Klima
Minimaler Bolzen-/ Wellendurchmesser200 mm
Belastungen:.....Radialbelastungen: Axialbelastungen:
 $F_{r \max} = 1.400 \text{ kN}$ $F_{a \max} = 70 \text{ kN}$
 $F_{r \min} = \text{k.A.}$ $F_{a \min} = \text{k.A.}$
Lastrichtung:.....einseitig / konstant
 Maximale Lagerbelastung (P) – Aufteilung nach FEM-Sektion IX, Belastungskollektiv 2
 4 Lastfälle: >Lastfall 1 = ED 16,6% (P) ; >Lastfall 2 = ED 50% ($P_1 = P \times 0,32$);
 >Lastfall 3 = ED 16,7% ($P_2 = P \times 0,227 + P_1$) ; >Lastfall 4 = ED 16,7% ($P_3 = P \times 0,453 + P_1$)
Bewegungen:.....Schwenken $\beta = 32^\circ$ Zeit für $\beta = 0,5 \text{ min}$
Bewegungshäufigkeit:Anzahl der Schwenkbewegungen $f = 1 \text{ min}^{-1}$ an 16 Stunden/Tag
Kundenwunsch:.....Theoretische Lebensdauer von L_h 50.000 Stunden

Radiale Gelenklager Typ GE200EW-2RS gewählt.

Lagerdaten: dyn. Tragzahl C = 6.000kN; Kugeldurchmesser $d_K = 250 \text{ mm}$
 Fakoren: Temperaturfaktor $f_3 = 1$ (Temperatur von 0 bis +150°C)

1. Belastung ($P = 0,97 \times 26,565^{F_a/F_r} \times F_r$)

Lastfall 1: $P = 0,97 \times 26,565^{70/1400} \times 1400 = \underline{1600 \text{ kN}}$; Lastfall 2: $P_1 = 1600 \times 0,32 = \underline{512 \text{ kN}}$

Lastfall 3: $P_2 = 1600 \times 0,227 + 512 = \underline{875,2 \text{ kN}}$; Lastfall 4: $P_3 = 1600 \times 0,453 + 512 = \underline{1236,8 \text{ kN}}$

2. Lagerpressung ($p = 300 \times P / C$)

Lastfall 1: $p = 300 \times 1600 / 6000 = \underline{80 \text{ N/mm}^2}$; Lastfall 2: $p_1 = 300 \times 512 / 6000 = \underline{25,6 \text{ N/mm}^2}$

Lastfall 3: $p_2 = 300 \times 875,2 / 6000 = \underline{43,76 \text{ N/mm}^2}$; Lastfall 4: $p_3 = 300 \times 1236,8 / 6000 = \underline{61,84 \text{ N/mm}^2}$

3. Gleit-/Verschleißweg ($s = 1.500.000 / 1,0219^p$)

Lastfall 1: $s = 1.500.000 / 1,0219^{80} = \underline{265.106 \text{ m}}$; Lastfall 2: $s_1 = 1.500.000 / 1,0219^{25,6} = \underline{861.462 \text{ m}}$

Lastfall 3: $s = 1.500.000 / 1,0219^{43,76} = \underline{581.272 \text{ m}}$; Lastfall 4: $s = 1.500.000 / 1,0219^{61,84} = \underline{392.894 \text{ m}}$

4. Gleitgeschwindigkeit ($v = 2,91 \times 10^{-4} \times d_K \times \beta \times f$)

$v = 2,91 \times 10^{-4} \times 250 \times 32 \times 1 = \underline{2,328 \text{ mm/s}}$

5. Gleitgeschwindigkeitsfaktor ($f_1 = 1,61 - [(v \times 1,01^P) / 366,3]$)

Lastfall 1: $f_1 = 1,61 - [(2,328 \times 1,01^{80}) / 366,3] = \underline{1,596}$; Lastfall 2: $f_1 = 1,61 - [(2,328 \times 1,01^{25,6}) / 366,3] = \underline{1,602}$

Lastfall 3: $f_1 = 1,61 - [(2,328 \times 1,01^{43,76}) / 366,3] = \underline{1,60}$; Lastfall 4: $f_1 = 1,61 - [(2,328 \times 1,01^{61,84}) / 366,3] = \underline{1,598}$

6. Bewegungsfaktor ($f_2 = 0,758 \times 1,00618^\beta$)

$f_2 = 0,758 \times 1,00618^{32} = \underline{0,923}$

7. Theoretische Lebensdauer ($L = s \times f \times f_1 \times f_3 \times 10 / v \times f_2$; $L_h = L / f \times 60$)

Lastfall 1: $L = 265.106 \times 1 \times 1,596 \times 1 \times 10 / (2,328 \times 0,923) = \underline{1.969.109}$ Schwenkbewegungen

Lastfall 2: $L = 861.462 \times 1 \times 1,602 \times 1 \times 10 / (2,328 \times 0,923) = \underline{6.422.646}$ Schwenkbewegungen

Lastfall 3: $L = 581.272 \times 1 \times 1,600 \times 1 \times 10 / (2,328 \times 0,923) = \underline{4.328.274}$ Schwenkbewegungen

Lastfall 4: $L = 392.894 \times 1 \times 1,598 \times 1 \times 10 / (2,328 \times 0,923) = \underline{2.921.914}$ Schwenkbewegungen

$$L_{\text{gesamt}} = \frac{100}{\frac{16,6}{1.969.109} + \frac{50}{6.422.646} + \frac{16,7}{4.328.274} + \frac{16,7}{2.921.914}} = \underline{3.877.630} \text{ Schwenkbewegungen}$$

$$L_h = L_{\text{gesamt}} / (f \times 60)$$

$$L_h = 3.877.630 / (1 \times 60) = \underline{64.627 \text{ Stunden}} > 50.000 \text{ Stunden Kundenanforderung}$$

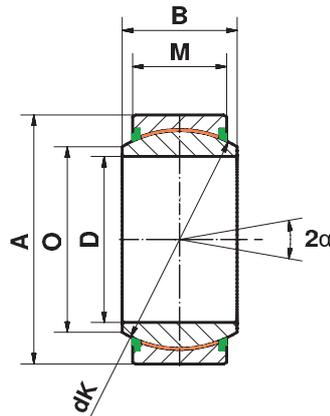
Falls die errechnete Lebensdauer dem Kundenwunsch nicht entspricht, muss mit einem größeren Gelenklager gerechnet werden.

Gelenklager Maßreihe E

Serie GE...EW-2RS

Gelenklager Maßreihe E,
Gleitpaarung
Hartchrom/FLUROGLIDE®,
wartungsfrei

Für den Einsatz bei hohen
ein- / wechselseitig wirken-
den Belastungen



Größe (D)	B	M	A	O	dK	statische Tragzahl C ₀ kN	dynamische Tragzahl C kN	Kippwinkel α	Stückgewicht g
17 ⁰ _{-0,008}	14	10	30 ⁰ _{-0,009}	20,7	25,0	81,2	48,7	10	37
20 ⁰ _{-0,010}	16	12	35 ⁰ _{-0,011}	24,1	29,0	112	67,5	9	60
25 ⁰ _{-0,010}	20	16	42 ⁰ _{-0,011}	29,3	35,5	212	127	7	110
30 ⁰ _{-0,010}	22	18	47 ⁰ _{-0,011}	34,2	40,7	275	165	6	140
35 ⁰ _{-0,012}	25	20	55 ⁰ _{-0,013}	39,7	47,0	350	210	6	220
40 ⁰ _{-0,012}	28	22	62 ⁰ _{-0,013}	45,0	53,0	462	277	7	300
45 ⁰ _{-0,012}	32	25	68 ⁰ _{-0,013}	50,7	60,0	600	360	7	390
50 ⁰ _{-0,012}	35	28	75 ⁰ _{-0,013}	55,9	66,0	737	442	6	530
60 ⁰ _{-0,015}	44	36	90 ⁰ _{-0,015}	66,8	80,0	1.150	690	6	980
70 ⁰ _{-0,015}	49	40	105 ⁰ _{-0,015}	77,8	92,0	1.472	883	6	1.500
80 ⁰ _{-0,015}	55	45	120 ⁰ _{-0,015}	89,4	105,0	1.875	1.125	6	2.200
90 ⁰ _{-0,020}	60	50	130 ⁰ _{-0,018}	98,1	115,0	2.300	1.380	5	2.700
100 ⁰ _{-0,020}	70	55	150 ⁰ _{-0,018}	109,5	130,0	2.860	1.716	7	4.200
110 ⁰ _{-0,020}	70	55	160 ⁰ _{-0,025}	121,2	140,0	3.075	1.845	6	4.700
120 ⁰ _{-0,020}	85	70	180 ⁰ _{-0,025}	135,5	160,0	4.475	2.685	6	8.100
140 ⁰ _{-0,025}	90	70	210 ⁰ _{-0,030}	155,8	180,0	5.025	3.015	7	10.600
160 ⁰ _{-0,025}	105	80	230 ⁰ _{-0,030}	170,3	200,0	6.400	3.840	8	13.800
180 ⁰ _{-0,025}	105	80	260 ⁰ _{-0,035}	198,9	225,0	7.200	4.320	6	17.400
200 ⁰ _{-0,030}	130	100	290 ⁰ _{-0,035}	213,5	250,0	10.000	6.000	7	28.000
220 ⁰ _{-0,030}	135	100	320 ⁰ _{-0,040}	239,5	275,0	11.000	6.600	8	35.500
240 ⁰ _{-0,030}	140	100	340 ⁰ _{-0,040}	265,3	300,0	12.000	7.200	8	39.000
260 ⁰ _{-0,035}	150	110	370 ⁰ _{-0,040}	288,3	325,0	14.250	8.550	7	50.800
280 ⁰ _{-0,035}	155	120	400 ⁰ _{-0,040}	313,8	350,0	16.750	10.050	6	64.700
300 ⁰ _{-0,035}	165	120	430 ⁰ _{-0,045}	366,7	375,0	18.000	10.800	7	76.600

Bei Gelenklagern bis Größe 120 ist die gehärtete Lagerschale montagebedingt einseitig gesprenzt. Ab Größe 140 besteht das Gelenklager aus zwei gehärteten Halbschalen welche mit Hilfe einer Schraubschelle gesichert sind.

Werkstoffe:

Außenring: Wälzlagerstahl 100Cr6, gehärtet und phosphatiert mit eingeklebtem FLUROGLIDE®

Innenring: Wälzlagerstahl 100Cr6, gehärtet, geschliffen, poliert, hartverchromt

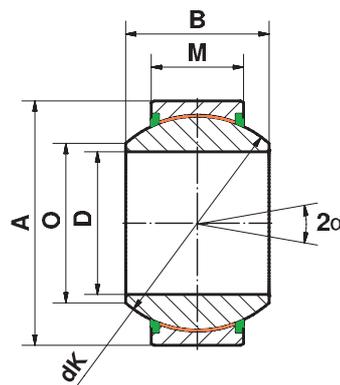
Auf Anfrage in rostfreier Ausführung

Gelenklager Maßreihe G

Serie GE...GW-2RS

Gelenklager Maßreihe G,
DIN ISO 12240-1
Gleitpaarung
Hartchrom/FLUROGLIDE®,
wartungsfrei

Größerer Kippwinkel durch
breiteren Innenring



Größe (D)	B	M	A	O	dK	statische Tragzahl C ₀ kN	dynamische Tragzahl C kN	Kippwinkel α	Stückgewicht g
20 ⁰ _{-0,010}	25	16	42 ⁰ _{-0,011}	25,2	35,5	182	110	17	153
25 ⁰ _{-0,010}	28	18	47 ⁰ _{-0,011}	29,5	40,7	272	162	17	203
30 ⁰ _{-0,010}	32	20	55 ⁰ _{-0,013}	34,4	47	350	210	17	280
35 ⁰ _{-0,012}	35	22	62 ⁰ _{-0,013}	39,7	53	462	277	16	380
40 ⁰ _{-0,012}	40	25	68 ⁰ _{-0,013}	44,7	60	600	360	17	530
45 ⁰ _{-0,012}	43	28	75 ⁰ _{-0,013}	50,0	66	737	442	15	670
50 ⁰ _{-0,012}	56	36	90 ⁰ _{-0,015}	57,1	80	1.150	690	17	1.400
60 ⁰ _{-0,015}	63	40	105 ⁰ _{-0,015}	67,0	92	1.472	883	17	2.100
70 ⁰ _{-0,015}	70	45	120 ⁰ _{-0,015}	78,2	105	1.875	1.125	16	3.000
80 ⁰ _{-0,015}	75	50	130 ⁰ _{-0,018}	87,1	115	2.300	1.380	14	3.600
90 ⁰ _{-0,020}	85	55	150 ⁰ _{-0,018}	98,3	130	2.860	1.716	15	5.300
100 ⁰ _{-0,020}	85	55	160 ⁰ _{-0,025}	111,2	140	3.075	1.845	14	6.000
110 ⁰ _{-0,020}	100	70	180 ⁰ _{-0,025}	124,8	160	4.475	2.685	12	9.800
120 ⁰ _{-0,020}	115	70	210 ⁰ _{-0,030}	138,4	180	5.025	3.015	16	14.600
140 ⁰ _{-0,025}	130	80	230 ⁰ _{-0,030}	151,9	200	6.400	3.840	16	18.600
160 ⁰ _{-0,025}	135	80	260 ⁰ _{-0,035}	180,0	225	7.200	4.320	16	24.900
180 ⁰ _{-0,025}	155	100	290 ⁰ _{-0,035}	196,1	250	10.000	6.000	14	33.600
200 ⁰ _{-0,030}	165	100	320 ⁰ _{-0,040}	220,0	275	11.000	6.600	15	44.700
220 ⁰ _{-0,030}	175	100	340 ⁰ _{-0,040}	243,6	300	12.000	7.200	16	50.800
240 ⁰ _{-0,030}	190	110	370 ⁰ _{-0,040}	263,6	325	14.250	8.550	15	64.000
260 ⁰ _{-0,035}	205	120	400 ⁰ _{-0,040}	283,6	350	16.750	10.050	15	81.800
280 ⁰ _{-0,035}	210	120	430 ⁰ _{-0,045}	310,6	375	18.000	10.800	15	96.500

Bei Gelenklagern bis Größe 110 ist die gehärtete Lagerschale montagebedingt einseitig gesprengt. Ab Größe 120 besteht das Gelenklager aus zwei gehärteten Halbschalen welche mit Hilfe einer Schraubschelle gesichert sind.

Werkstoffe:

Außenring: Wälzlagerstahl 100Cr6, gehärtet und phosphatiert mit eingeklebtem FLUROGLIDE®

Innenring: Wälzlagerstahl 100Cr6, gehärtet, geschliffen, poliert, hartverchromt

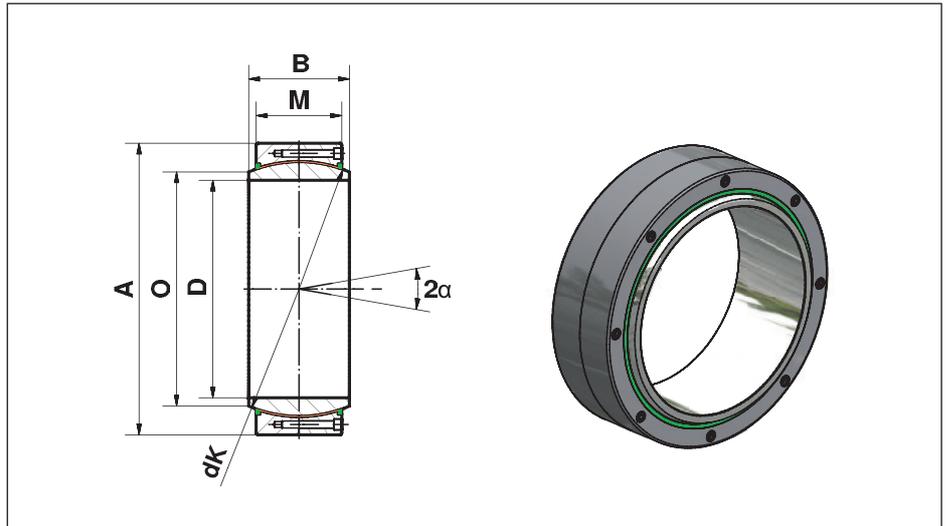
Auf Anfrage in rostfreier Ausführung

Gelenklager Maßreihe C

Serie GE...CW GE...CW-2RS

Gelenklager Maßreihe C,
DIN ISO 12240-1
Gleitpaarung Hartchrom/
FLUROGLIDE®,
wartungsfrei

Für den Einsatz bei hohen
ein- / wechselseitig wirken-
den Belastungen



Serie GE...CW	Größe (D)	B	M	A	O	dK	statische Tragzahl C ₀ kN	dynamische Tragzahl C kN	Kippwinkel α	Stückgewicht kg
	320 ⁰ _{-0,040}	160	135 ⁰ _{-0,90}	440 ⁰ _{-0,045}	344,6	380	25.480	15.290	4,0	76,0
	340 ⁰ _{-0,040}	160	135 ⁰ _{-0,90}	460 ⁰ _{-0,045}	366,6	400	26.830	16.095	3,8	80,0
	360 ⁰ _{-0,040}	160	135 ⁰ _{-0,90}	480 ⁰ _{-0,045}	388,3	420	28.170	16.900	3,6	86,0
	380 ⁰ _{-0,040}	190	160 ⁰ _{-1,0}	520 ⁰ _{-0,050}	407,9	450	35.795	21.475	4,1	124,5
	400 ⁰ _{-0,040}	190	160 ⁰ _{-1,0}	540 ⁰ _{-0,050}	429,8	470	37.385	22.430	3,9	131,0

Serie GE...CW-2RS	Größe (D)	B	M	A	O	dK	statische Tragzahl C ₀ kN	dynamische Tragzahl C kN	Kippwinkel α	Stückgewicht kg
	320 ⁰ _{-0,040}	160	135 ⁰ _{-0,90}	440 ⁰ _{-0,045}	344,6	380	21.420	12.850	4,0	76,0
	340 ⁰ _{-0,040}	160	135 ⁰ _{-0,90}	460 ⁰ _{-0,045}	366,6	400	22.550	13.530	3,8	80,0
	360 ⁰ _{-0,040}	160	135 ⁰ _{-0,90}	480 ⁰ _{-0,045}	388,3	420	23.675	14.205	3,6	86,0
	380 ⁰ _{-0,040}	190	160 ⁰ _{-1,0}	520 ⁰ _{-0,050}	407,9	450	30.980	18.590	4,1	124,5
	400 ⁰ _{-0,040}	190	160 ⁰ _{-1,0}	540 ⁰ _{-0,050}	429,8	470	32.370	19.415	3,9	131,0

⚠ Achtung: die Schraubenauslegung gilt nur für die dynamische Tragzahl C!
Liegen höhere Belastungen vor, müssen die Außenringhälften durch konstruktive Maßnahmen (z.B. Klemmdeckel) abgesichert werden.

Werkstoffe:

Außenring: Vergütungsstahl, mit eingeklebtem FLUROGLIDE®

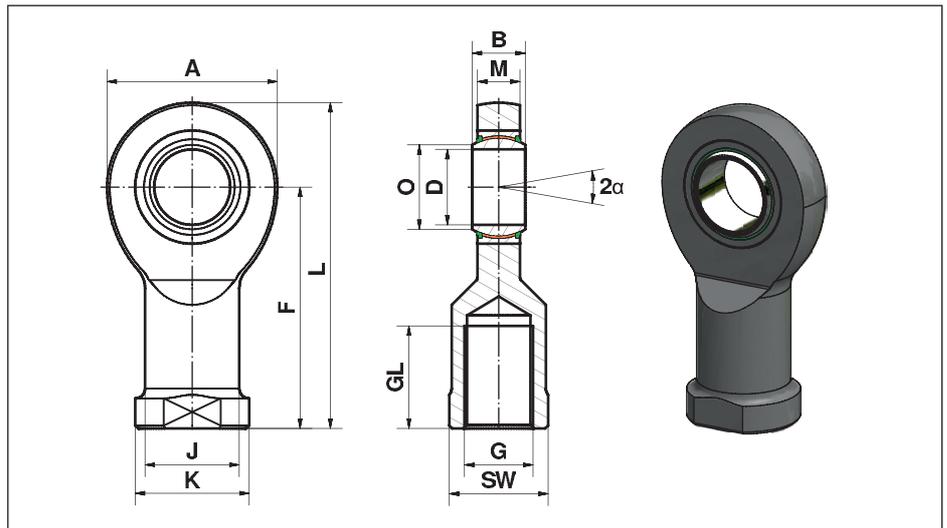
Innenring: Wälzlagerstahl 100CrMn6, gehärtet, geschliffen, poliert, hartverchromt

Gelenkköpfe Maßreihe E

Serie EI...EW-2RS

Gelenkkopf Maßreihe E mit Innengewinde aus Vergütungsstahl, verzinkt, mit EW-Gelenklager

Für den Einsatz bei hohen, ein- / wechselseitig wirkenden Belastungen und geringer Einbaubreite



Größe (D)	B	M	A	F	L	K	J	O	SW	G	GL	statische Tragzahl C ₀ kN	dynamische Tragzahl C kN	Kippwinkel α	Stückgewicht g
17	14	11	46	67	90,0	30	24,0	20,7	27	M16	33	54,5	48,7	10	220
20	16	13	53	77	103,5	35	27,5	24,2	32	M20x1,5	40	62,5	67,5	9	350
25	20	17	64	94	126,0	42	33,5	29,3	36	M24x2	48	92,0	127,0	7	640
30	22	19	73	110	146,5	50	40,0	34,2	41	M30x2	56	124,0	165,0	6	930
35	25	21	82	125	166,0	58	47,0	39,8	50	M36x3	60	144,0	210,0	6	1.300
40	28	23	92	142	188,0	65	52,0	45,0	55	M39x3	65	178,0	277,0	7	2.000
45	32	27	102	145	196,0	70	58,0	50,8	60	M42x3	65	263,0	360,0	7	2.500
50	35	30	112	160	216,0	75	62,0	56,0	65	M45x3	68	320,0	442,0	6	3.500
60	44	38	135	175	242,5	88	70,0	66,8	75	M52x3	70	497,0	690,0	6	5.550
70	49	42	160	200	280,0	98	80,0	77,9	85	M56x4	80	606,0	885,0	6	8.600
80	55	47	180	230	320,0	110	95,0	89,4	100	M64x4	85	752,0	1.125,0	6	12.000

⚠ Bitte beachten: bei Gelenkköpfen mit FLUROGLIDE® ist die dynamische Tragzahl C des Lagers höher als die statische Tragzahl C₀ des Gelenkkopfes!

Werkstoffe:

Gehäuse: Vergütungsstahl C45, geschmiedet, verzinkt

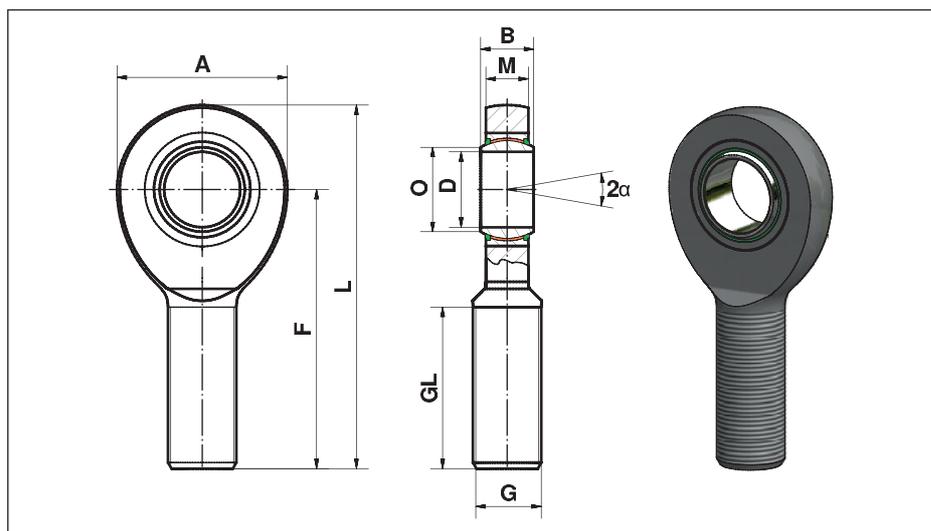
Lager: Wartungsfreies Gelenklager mit Abdichtung GE..EW-2RS (siehe Seite 17)

Gelenkköpfe Maßreihe E

Serie EA...EW-2RS

Gelenkkopf Maßreihe E mit Außengewinde aus Vergütungsstahl, verzinkt, mit EW-Gelenklager

Für den Einsatz bei hohen, ein- / wechselseitig wirkenden Belastungen und geringer Einbaubreite



Größe (D)	B	M	A	F	L	O	G	GL	statische Tragzahl C ₀ kN	dynamische Tragzahl C kN	Kippwinkel α	Stückgewicht g
17	14	11	46	69	92,0	20,7	M16	36	54,0	48,7	10	190
20	16	13	53	78	104,5	24,1	M20x1,5	43	62,5	67,5	9	320
25	20	17	64	94	126,0	29,3	M24x2	53	92,0	127,0	7	560
30	22	19	73	110	146,5	34,2	M30x2	65	124,0	165,0	6	890
35	25	21	82	140	181,0	39,7	M36x3	82	144,0	210,0	6	1.400
40	28	23	92	150	196,0	45,0	M39x3	86	178,0	277,0	7	1.800
45	32	27	102	163	214,0	50,7	M42x3	94	263,0	360,0	7	2.610
50	35	30	112	185	241,0	55,9	M45x3	107	320,0	442,0	6	3.450
60	44	38	135	210	277,5	66,8	M52x3	115	497,0	690,0	6	5.900
70	49	42	160	235	315,0	77,8	M56x4	125	566,0	885,0	6	8.200
80	55	47	180	270	360,0	89,4	M64x4	140	752,0	1.125,0	6	12.000

⚠ Bitte beachten: bei Gelenkköpfen mit FLUROGLIDE® ist die dynamische Tragzahl C des Lagers höher als die statische Tragzahl C₀ des Gelenkkopfes!

Werkstoffe:

Gehäuse: Vergütungsstahl C45, geschmiedet, verzinkt

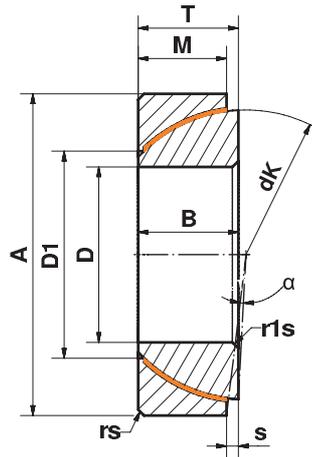
Lager: Wartungsfreies Gelenklager mit Abdichtung GE..EW-2RS (siehe Seite 17)

Schräg-Gelenklager

Serie GE...SWE

Schräg-Gelenklager,
Gleitpaarung Hartchrom/
FLUROGLIDE®,
wartungsfrei

Für den Einsatz bei hoher
radialer Belastung in
Kombination mit Axial-
belastung



Größe (D)	D1	B	M	A	T	S	r _s , r _{1s} min	d _k	radiale Tragzahl kN		Kippwinkel α ≈	Stückgewicht g
									statisch C ₀	dynamisch C		
25 ⁰ _{-0,012}	31,8	15	14,0	47 ⁰ _{-0,014}	15 ^{+0,25} _{-0,40}	0,6	1,0	42,0	235	141	2,5	148
28 ⁰ _{-0,012}	35,8	15	15,0	52 ⁰ _{-0,016}	16 ^{+0,25} _{-0,40}	1,0	1,0	47,0	287	171	2,0	186
30 ⁰ _{-0,012}	36,8	17	15,0	55 ⁰ _{-0,016}	17 ^{+0,25} _{-0,40}	1,3	1,0	49,5	298	179	4,5	208
35 ⁰ _{-0,012}	42,7	18	16,0	62 ⁰ _{-0,016}	18 ^{+0,25} _{-0,40}	2,1	1,0	55,5	345	207	4,0	268
40 ⁰ _{-0,012}	47,7	19	17,0	68 ⁰ _{-0,016}	19 ^{+0,25} _{-0,40}	2,8	1,0	62,0	424	254	3,5	327
45 ⁰ _{-0,012}	53,7	20	18,0	75 ⁰ _{-0,016}	20 ^{+0,25} _{-0,40}	3,5	1,0	68,5	494	296	3,0	416
50 ⁰ _{-0,012}	59,7	20	19,0	80 ⁰ _{-0,016}	20 ^{+0,25} _{-0,40}	4,3	1,0	74,0	567	340	1,5	455
55 ⁰ _{-0,015}	62,7	23	20,0	90 ⁰ _{-0,018}	23 ^{+0,25} _{-0,50}	5,0	1,0	82,0	681	408	4,0	645
60 ⁰ _{-0,015}	70,0	23	21,0	95 ⁰ _{-0,018}	23 ^{+0,25} _{-0,50}	5,7	1,1	88,5	784	470	2,5	714
65 ⁰ _{-0,015}	76,6	23	22,0	100 ⁰ _{-0,018}	23 ^{+0,25} _{-0,50}	6,5	1,1	93,5	836	502	1,0	759
70 ⁰ _{-0,015}	82,6	25	23,0	110 ⁰ _{-0,018}	25 ^{+0,25} _{-0,50}	7,2	1,1	102,0	972	583	2,0	1.040
80 ⁰ _{-0,015}	91,6	29	25,5	125 ⁰ _{-0,020}	29 ^{+0,25} _{-0,50}	8,6	1,1	115,0	1.184	711	3,5	1.540
90 ⁰ _{-0,020}	100,9	32	28,0	140 ⁰ _{-0,020}	32 ^{+0,25} _{-0,60}	10,1	1,5	128,5	1.490	894	3,5	2.090
100 ⁰ _{-0,020}	114,6	32	31,0	150 ⁰ _{-0,020}	32 ^{+0,25} _{-0,60}	11,6	1,5	141,0	1.848	1.109	0,5	2.340
110 ⁰ _{-0,020}	126,5	38	34,0	170 ⁰ _{-0,020}	38 ^{+0,25} _{-0,60}	13,0	2,0	155,0	1.967	1.180	3,0	3.680
120 ⁰ _{-0,020}	136,5	38	37,0	180 ⁰ _{-0,025}	38 ^{+0,25} _{-0,60}	14,5	2,0	168,0	2.585	1.551	0,5	3.970
130 ⁰ _{-0,020}	144,0	45	43,0	200 ⁰ _{-0,025}	45 ^{+0,35} _{-0,70}	18,0	2,5	188,0	3.412	2.047	1,0	5.920
140 ⁰ _{-0,020}	161,5	45	43,0	210 ⁰ _{-0,025}	45 ^{+0,35} _{-0,70}	19,0	2,5	198,0	3.286	1.972	1,0	6.330
150 ⁰ _{-0,025}	171,4	48	46,0	225 ⁰ _{-0,030}	48 ^{+0,35} _{-0,70}	20,0	3,0	211,0	3.814	2.288	1,0	8.010
160 ⁰ _{-0,025}	182,4	51	49,0	240 ⁰ _{-0,030}	51 ^{+0,35} _{-0,70}	20,0	3,0	225,0	4.524	2.714	1,0	9.790
170 ⁰ _{-0,025}	194,4	57	55,0	260 ⁰ _{-0,035}	57 ^{+0,35} _{-0,70}	21,0	3,0	246,0	5.872	3.523	1,0	12.300
180 ⁰ _{-0,025}	206,4	64	61,0	280 ⁰ _{-0,035}	64 ^{+0,35} _{-0,70}	21,0	3,0	260,0	6.536	3.922	1,0	17.400
190 ⁰ _{-0,030}	212,5	64	62,0	290 ⁰ _{-0,035}	64 ^{+0,35} _{-0,80}	26,0	3,0	275,0	7.352	4.410	0,5	18.200
200 ⁰ _{-0,030}	229,4	70	66,0	310 ⁰ _{-0,035}	70 ^{+0,35} _{-0,80}	26,0	3,0	290,0	7.725	4.635	1,5	23.800

Werkstoffe:

Gehäusescheibe: Wälzlagerstahl 100Cr6, gehärtet und phosphatiert mit eingeklebtem FLUROGLIDE®

Innenscheibe: Wälzlagerstahl 100Cr6, gehärtet, geschliffen, poliert, hartverchromt

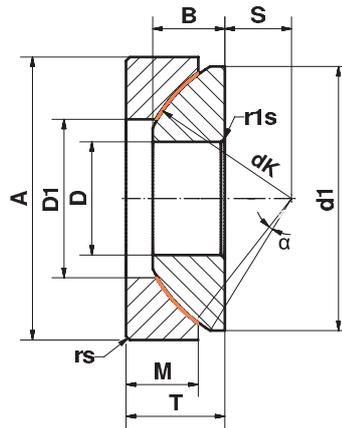
Auf Anfrage in rostfreier Ausführung

Axial-Gelenklager

Serie GE...AWE

Axial-Gelenklager,
Gleitpaarung Hartchrom/
FLUROGLIDE®,
wartungsfrei

Für den Einsatz bei hoher
Axialbelastung



Größe (D)	B	M	A	T	S	r _s , r _{1s} min	d ₁ min	D1	d _k	axiale Tragzahl kN		Kippwinkel α ≈	Stückgewicht g
										statisch C ₀	dynamisch C		
10 ⁰ _{-0,008}	7,5	7,0	30 ⁰ _{-0,009}	9,5 ^{+0,25} _{-0,40}	7,0	0,6	27,5	17,0	32	146	88	5,0	36
12 ⁰ _{-0,008}	9,5	9,3	35 ⁰ _{-0,011}	13,0 ^{+0,25} _{-0,40}	8,0	0,6	32,0	20,0	38	195	117	5,0	72
15 ⁰ _{-0,008}	11	10,8	42 ⁰ _{-0,011}	15,0 ^{+0,25} _{-0,40}	10,0	0,6	39,0	24,5	46	278	167	6,0	108
17 ⁰ _{-0,008}	11,8	11,2	47 ⁰ _{-0,011}	16,0 ^{+0,25} _{-0,40}	11,0	0,6	43,5	28,5	52	350	210	4,0	137
20 ⁰ _{-0,010}	14,5	13,8	55 ⁰ _{-0,013}	20,0 ^{+0,25} _{-0,40}	12,5	1,0	50,0	34,0	60	410	246	5,0	246
25 ⁰ _{-0,010}	16,5	16,7	62 ⁰ _{-0,013}	22,5 ^{+0,25} _{-0,40}	14,0	1,0	58,5	35,0	68	718	431	5,0	415
30 ⁰ _{-0,010}	19,0	19,0	75 ⁰ _{-0,013}	26,0 ^{+0,25} _{-0,40}	17,5	1,0	70,0	44,5	82	920	552	5,0	614
35 ⁰ _{-0,012}	22,0	20,7	90 ⁰ _{-0,015}	28,0 ^{+0,25} _{-0,40}	22,0	1,0	84,0	52,5	98	1.340	804	5,0	973
40 ⁰ _{-0,012}	27,0	21,5	105 ⁰ _{-0,015}	32,0 ^{+0,25} _{-0,40}	24,5	1,0	97,0	59,5	114	1.789	1.073	6,0	1.590
45 ⁰ _{-0,012}	31,0	25,5	120 ⁰ _{-0,015}	36,5 ^{+0,25} _{-0,40}	27,5	1,0	110,0	68,5	128	2.263	1.357	6,0	2.240
50 ⁰ _{-0,012}	33,0	30,5	130 ⁰ _{-0,018}	42,5 ^{+0,25} _{-0,40}	30,0	1,0	120,0	71,0	139	2.836	1.702	6,0	3.140
60 ⁰ _{-0,015}	37,0	34,0	150 ⁰ _{-0,018}	45,0 ^{+0,25} _{-0,50}	35,0	1,0	140,0	86,5	160	3.790	2.274	6,0	4.630
70 ⁰ _{-0,015}	42,0	36,5	160 ⁰ _{-0,025}	50,0 ^{+0,25} _{-0,50}	35,0	1,0	153,0	95,5	176	4.887	2.932	3,0	5.370
80 ⁰ _{-0,015}	43,5	38,0	180 ⁰ _{-0,025}	50,0 ^{+0,25} _{-0,50}	42,5	1,0	172,0	109,0	197	5.908	3.545	4,0	6.910
100 ⁰ _{-0,020}	51,0	46,0	210 ⁰ _{-0,030}	59,0 ^{+0,25} _{-0,60}	45,0	1,1	198,0	134,0	222	7.018	4.210	4,0	11.000
120 ⁰ _{-0,020}	53,5	50	230 ⁰ _{-0,030}	64,0 ^{+0,25} _{-0,60}	52,5	1,1	220,0	155,0	250	8.162	4.897	3,0	14.000
140 ⁰ _{-0,025}	61,0	54,0	260 ⁰ _{-0,035}	72,0 ^{+0,35} _{-0,70}	52,5	1,5	243,0	177,0	274	9.372	5.623	3,0	19.100
160 ⁰ _{-0,025}	66,0	58,0	290 ⁰ _{-0,035}	77,0 ^{+0,35} _{-0,70}	65,0	1,5	271,0	200,0	313	11.680	7.008	2,0	25.000
180 ⁰ _{-0,025}	74,0	62,0	320 ⁰ _{-0,040}	86,0 ^{+0,35} _{-0,70}	67,5	1,5	299,0	225,0	340	12.364	7.418	4,0	32.800
200 ⁰ _{-0,030}	80,0	66,0	340 ⁰ _{-0,040}	87,0 ^{+0,35} _{-0,80}	70,0	1,5	320,0	247,0	365	15.350	9.210	1,0	35.400
220 ⁰ _{-0,030}	82,0	67,0	370 ⁰ _{-0,040}	97,0 ^{+0,35} _{-0,80}	75,0	1,5	350,0	265,5	388	14.119	8.471	7,0	44.700
240 ⁰ _{-0,030}	87,0	73,0	400 ⁰ _{-0,040}	103,0 ^{+0,35} _{-0,80}	77,5	1,5	382,0	294,0	420	17.176	10.305	6,0	56.900
260 ⁰ _{-0,035}	95,0	80,0	430 ⁰ _{-0,045}	115,0 ^{+0,35} _{-0,80}	82,5	1,5	409,0	317,0	449	18.019	10.811	7,0	71.300
280 ⁰ _{-0,035}	100,0	85,0	460 ⁰ _{-0,045}	110,0 ^{+0,35} _{-0,90}	80,0	3,0	445,0	337,0	480	28.561	17.136	4,0	84.700
300 ⁰ _{-0,035}	100,0	90,0	480 ⁰ _{-0,045}	110,0 ^{+0,35} _{-0,90}	80,0	3,0	460,0	356,0	490	28.809	17.285	3,5	88.900

Werkstoffe:

Gehäusescheibe: Wälzlagerstahl 100Cr6, gehärtet und phosphatiert mit eingeklebtem FLUROGLIDE®

Innenscheibe: Wälzlagerstahl 100Cr6, gehärtet, geschliffen, poliert, hartverchromt

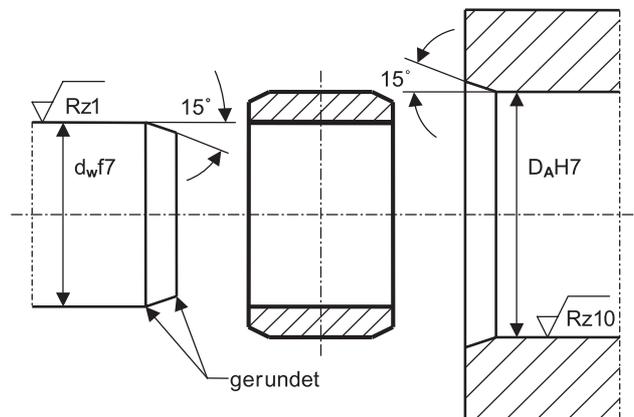
Auf Anfrage in rostfreier Ausführung

Zylindrische Gleitbuchsen

Zylindrische Gleitbuchsen nach DIN ISO 4379¹ sind genormte, einbaufertige Maschinenelemente. Sie bestehen aus einem Stützkörper mit zylindrischer Außen- und Innenfläche als Träger der Gleitschicht.

Sie können höhere Kräfte aufnehmen als konventionelle Stahl-, Bronze- oder Kunststoff-Gleitlager und eignen sich besonders bei Schwenkbewegungen und hohen einseitigen und wechselnden Belastungen. Als **axiale** Führungslager eingesetzt, sind sie den schon erwähnten Gleitlagern ebenfalls überlegen.

! Bitte beachten: der Lineare Hub der Welle in der Gleitbuchse darf **2,5 x Maß B** nicht überschreiten sonst führt es zu einer enormen Lebensdauerreduzierung.



Baureihe

Gefertigt werden die Gleitbuchsen als GB .. X .. X.. ZW im Bereich $d = 30-200$. Der ungehärtete Stahlstützkörper / Außenring wird entsprechend mechanisch bearbeitet und in der Bohrung mit der Gleitschicht versehen. Der Gegenlaufpartner (Welle, Bolzen etc.) fehlt und wird in der Regel vom Kunden bereitgestellt.

Der Gegenlaufpartner sollte eine Oberflächenhärte $HR_C \geq 55$ und eine Rauheit $R_z \leq 1$ aufweisen.

Genauigkeiten

Die Hauptabmessungen sind nach DIN ISO 286-2 wie folgt toleriert:

Bohrungs-Durchmesser $d = H8$,

Außen-Durchmesser $D = p7$,

Breite $B = h12$.

Die Form- und Lagertoleranzen liegen innerhalb der vorgenannten Angaben.

Werden die Gleitbuchsen GB .. x .. x .. ZW in eine Gehäuse-Bohrung H7 eingebaut und die Welle / der Bolzen in f7 gefertigt, stellt sich ein Betriebsspiel ein, das in folgenden Bereichen liegt (s. Tabelle 4):

Betriebsspiel =	$d > 30 - 80$ 0,030 - 0,080	$d > 80 - 120$ 0,060 - 0,090	$d > 120 - 200$ 0,060 - 0,100
------------------------	---------------------------------------	--	---

Tabelle 4: Betriebsspiel Gleitbuchse

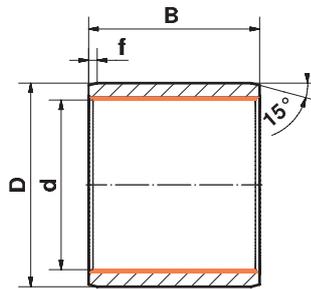
¹ Bezieht sich auf die Abmessungen d , D und B

Zylindrische Gleitbuchsen

Serie GB..X..X..ZW

Zylindrische Gleitbuchsen,
DIN ISO 4379

Auskleidung mit
FLUROGLIDE®



Nenndurchmesser (d)	Kurzzeichen	Stückgewicht g	D (p7)	B	f	statisch / dynamische Tragzahl kN
30 $\begin{smallmatrix} +0,033 \\ 0 \end{smallmatrix}$	GB 30 x 36 x 30 ZW	63	36 $\begin{smallmatrix} +0,051 \\ +0,026 \end{smallmatrix}$	30 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,21 \end{smallmatrix}$	1,5 $\pm 0,5$	270
35 $\begin{smallmatrix} +0,039 \\ 0 \end{smallmatrix}$	GB 35 x 41 x 30 ZW	72	41 $\begin{smallmatrix} +0,051 \\ +0,026 \end{smallmatrix}$	30 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,21 \end{smallmatrix}$	1,5 $\pm 0,5$	315
40 $\begin{smallmatrix} +0,039 \\ 0 \end{smallmatrix}$	GB 40 x 48 x 40 ZW	160	48 $\begin{smallmatrix} +0,051 \\ +0,026 \end{smallmatrix}$	40 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,25 \end{smallmatrix}$	2,0 $\pm 0,7$	480
45 $\begin{smallmatrix} +0,039 \\ 0 \end{smallmatrix}$	GB 45 x 53 x 40 ZW	170	53 $\begin{smallmatrix} +0,062 \\ +0,032 \end{smallmatrix}$	40 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,25 \end{smallmatrix}$	2,0 $\pm 0,7$	540
50 $\begin{smallmatrix} +0,039 \\ 0 \end{smallmatrix}$	GB 50 x 58 x 50 ZW	240	58 $\begin{smallmatrix} +0,062 \\ +0,032 \end{smallmatrix}$	50 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,25 \end{smallmatrix}$	2,0 $\pm 0,7$	750
60 $\begin{smallmatrix} +0,046 \\ 0 \end{smallmatrix}$	GB 60 x 70 x 60 ZW	440	70 $\begin{smallmatrix} +0,062 \\ +0,032 \end{smallmatrix}$	60 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,30 \end{smallmatrix}$	2,0 $\pm 0,7$	1.080
70 $\begin{smallmatrix} +0,046 \\ 0 \end{smallmatrix}$	GB 70 x 80 x 70 ZW	590	80 $\begin{smallmatrix} +0,072 \\ +0,037 \end{smallmatrix}$	70 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,30 \end{smallmatrix}$	3,0 $\pm 1,0$	1.470
80 $\begin{smallmatrix} +0,046 \\ 0 \end{smallmatrix}$	GB 80 x 90 x 80 ZW	750	90 $\begin{smallmatrix} +0,072 \\ +0,037 \end{smallmatrix}$	80 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,30 \end{smallmatrix}$	3,0 $\pm 1,0$	1.920
90 $\begin{smallmatrix} +0,054 \\ 0 \end{smallmatrix}$	GB 90 x 105 x 80 ZW	1.360	105 $\begin{smallmatrix} +0,072 \\ +0,037 \end{smallmatrix}$	80 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,30 \end{smallmatrix}$	3,0 $\pm 1,0$	2.160
100 $\begin{smallmatrix} +0,054 \\ 0 \end{smallmatrix}$	GB 100 x 115 x 100 ZW	1.900	115 $\begin{smallmatrix} +0,072 \\ +0,037 \end{smallmatrix}$	100 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,35 \end{smallmatrix}$	3,0 $\pm 1,0$	3.000
110 $\begin{smallmatrix} +0,054 \\ 0 \end{smallmatrix}$	GB 110 x 125 x 100 ZW	2.000	125 $\begin{smallmatrix} +0,083 \\ +0,043 \end{smallmatrix}$	100 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,35 \end{smallmatrix}$	4,0 $\pm 1,0$	3.300
120 $\begin{smallmatrix} +0,054 \\ 0 \end{smallmatrix}$	GB 120 x 135 x 120 ZW	2.600	135 $\begin{smallmatrix} +0,083 \\ +0,043 \end{smallmatrix}$	120 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,35 \end{smallmatrix}$	4,0 $\pm 1,0$	4.320
140 $\begin{smallmatrix} +0,063 \\ 0 \end{smallmatrix}$	GB 140 x 155 x 150 ZW	3.900	155 $\begin{smallmatrix} +0,083 \\ +0,043 \end{smallmatrix}$	150 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,40 \end{smallmatrix}$	4,0 $\pm 1,0$	6.300
160 $\begin{smallmatrix} +0,063 \\ 0 \end{smallmatrix}$	GB 160 x 180 x 150 ZW	6.000	180 $\begin{smallmatrix} +0,083 \\ +0,043 \end{smallmatrix}$	150 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,40 \end{smallmatrix}$	4,0 $\pm 1,0$	7.200
180 $\begin{smallmatrix} +0,063 \\ 0 \end{smallmatrix}$	GB 180 x 200 x 180 ZW	8.000	200 $\begin{smallmatrix} +0,096 \\ +0,050 \end{smallmatrix}$	180 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,40 \end{smallmatrix}$	5,0 $\pm 1,0$	9.720
200 $\begin{smallmatrix} +0,072 \\ 0 \end{smallmatrix}$	GB 200 x 220 x 180 ZW	8.800	220 $\begin{smallmatrix} +0,096 \\ +0,050 \end{smallmatrix}$	180 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,40 \end{smallmatrix}$	5,0 $\pm 1,0$	10.820

Werkstoffe:

Buchse: Wälzlerstahl 100Cr6 mit eingeklebtem FLUROGLIDE®

Auf Anfrage Gleitbuchsen beidseitig abgedichtet

Sonderapplikationen



Schienenfahrzeuge



Förderanlagen



Ladekräne



Baumaschinen



Scherenhubtische



Schiffsbau



Am Fuße der Schwäbischen Alb liegt auf dem Kleinen Heuberg das mittelalterliche Städtchen Rosenfeld im Zollernalbkreis. Sie erreichen uns bequem über die Autobahn A 81. Überzeugen Sie sich bei einem Besuch von unserer Leistungsfähigkeit. Wir wollen Ihnen beweisen, dass wir der richtige Partner für Sie sind.

So finden Sie uns:



FLURO - Gelenklager GmbH

Siemensstraße 13
72348 Rosenfeld
Telefon (0 74 28) 93 85-0
Telefax (0 74 28) 93 85-25
Internet: www.fluro.de
E-Mail: info@fluro.de

