

GGB DP4[®] und DP4-B[™]

Wartungsfreie, bleifreie Metall-Polymer Gleitlagerlösungen



The Global Leader
in High Performance Bearing Solutions



an EnPro Industries company

GGB World Class

Alle Produkte, die in diesem Handbuch beschrieben sind, werden in Fertigungsstätten hergestellt, die nach DIN EN ISO 9001, ISO/TS 16949, OHSAS 18001 und ISO 14001 zertifiziert sind.

Alle Zertifikate können von unserer Internetseite www.ggbearings.com als PDF-Datei heruntergeladen werden.

Ergänzend dazu wurde GGB North America nach AS9100 Revision B zertifiziert, und entspricht somit den Anforderungen des Qualitätsmanagementsystems der Luftfahrtindustrie für die Herstellung von Lagern mit Metallrücken, sowie Lagern und Anlaufscheiben aus faserverstärkten Kunststoff-Verbundwerkstoffen.

AMERIKA



FRANKREICH



DEUTSCHLAND



BRASILIEN



SLOVAKEI



CHINA



Inhalt

GGB World Class	2	5.6 Schmiernuten	25
1 Einleitung	4	5.7 Rauheit der Gegenlauffläche ..	25
1.1 Eigenschaften und Vorteile ...	4	5.8 Fettschmierung	25
1.2 Anwendungen	5	6 Lagereinbau	26
2 Aufbau	6	Abmessungen und Toleranzen ..	26
2.1 Lieferbare Produkte	6	6.1 Wärmeausdehnung	26
3 Eigenschaften	7	6.2 Toleranzen für Kleinstspiele ..	27
3.1 Physikalische und mechanische Kenngrößen	7	Kalibrieren	27
3.2 Chemische Beständigkeit	7	6.3 Gestaltung der Gegenfläche ..	28
3.3 Gleiteigenschaften im Trockenlauf	8	6.4 Lagereinbau	29
4 Lebensdauer	9	Einpressen von	
4.1 Anwendung in Federbeinen ...	9	zylindrischen Buchsen	29
Verschleiß und Gleitreibung	9	Einpressen von Bundbuchsen ..	29
Beständigkeit gegen		Einpresskräfte	29
Kavitationserosion	11	Fluchtung	30
Beständigkeit gegen		Abdichten von Lagerstellen	30
Flusserosion	12	6.5 Axialführung	30
4.2 Anwendungen in der Hydraulik	13	Einbau von Anlaufscheiben	30
4.3 Lebensdauer bei Trockenlauf .	14	Gleitstreifen	31
Konstruktionsbestimmende		7 Bearbeitung	32
Faktoren	14	7.1 Spanende/nicht-spanende	
Korrekturfaktoren für		Bearbeitung	32
unterschiedliche		Bohren von Ölzufuhrstellen	32
Einflussparameter	16	Streifen schneiden	32
4.4 Berechnung der		7.2 Galvanische	
Lager-Lebensdauer	19	Oberflächenbehandlung	32
Spezifische Lagerbelastung p ..	19	DP4-Bauteile	32
Hochlastfaktor a_E	19	8 Standardteile	33
Korrigierter pv-Faktor	19	8.1 DP4 Zylindrische Buchsen ...	33
Lebensdauer L_H berechnen	19	8.2 DP4 Bundbuchsen	39
Einfluss durch Nachbearbeiten ..	20	8.3 DP4 Bundscheiben	41
Für Schwenkbewegungen oder		8.4 DP4 Anlaufscheiben	42
dynamische Belastungen	20	8.5 DP4B Zylindrische Buchsen ..	43
Gleitstreifen	20	8.6 DP4B Bundbuchsen	45
4.5 Berechnungsbeispiele	21	8.7 DP4 Gleitstreifen	47
5 Schmierung	22	8.8 DP4B Gleitstreifen	47
5.1 Schmiermittel	22	9 Prüfmethode n	48
5.2 Tribologische		9.1 Prüfung von gerollten Buchsen	48
Betriebszustände	22	Prüfung A nach ISO 3547 Teil 2	48
Hydrodynamische Schmierung ..	22	Prüfung C nach ISO 3547 Teil 1	48
Mischreibung	23	Prüfen der Wanddicke	
Trockenlauf (Festkörperreibung)	23	(nach Vereinbarung)	48
5.3 Gleit- und Reibungsverhalten		Prüfung D nach ISO 3547 Teil 2	48
unter Schmierung	23	10 Datenblatt zur	
5.4 Konstruktionshinweise	24	Lagerauslegung	49
5.5 Betriebsspiel	25	Formelzeichen und Einheiten ...	50

1 Einleitung

Dieses Handbuch enthält umfassende Informationen über die Eigenschaften, das Verhalten und die Einsatzmöglichkeiten von GGB DP4™ und DP4B™ Gleitlagern.

Konstrukteure erhalten somit die Möglichkeit, Lagerabmessungen, Betriebslebensdauerwerte und Leistungsdaten zu ermitteln.

Ergänzend dazu steht Ihnen für die Lösung ungewöhnlicher Gleitlageranwendungen Ihr lokaler Vertriebsbeauftragter zur Verfügung.

In diesem Handbuch finden Sie Informationen über das gesamte, ab Lager lieferbare DP4-Standardprogramm. Außerdem gibt es Hinweise zu Daten von anderen DP4-Produkten und der

Möglichkeit, Sonderteile anwendungsbezogen herzustellen.

GGB arbeitet ständig an der Lösung anwenderbezogener Probleme und der Entwicklung neuer Gleitlagerwerkstoffe, sowie an der Verbesserung und Erweiterung der Versuchs- und Anwendertheorien. Daher ist es immer sinnvoll, mit uns in Verbindung zu treten wenn zusätzliche Informationen erwünscht sind.

Da es unmöglich ist, alle in der Praxis vorkommenden Betriebsbedingungen und Einsatzmöglichkeiten im voraus theoretisch zu ermitteln, empfehlen wir ganz besonders die Vorserien- und Prototypenerprobung.

1.1 Eigenschaften und Vorteile

Die DP4 und DP4B Werkstoffe zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus:

- gute Reibungseigenschaften mit vernachlässigbarem Ruckgleiten
- hohe statische und dynamische Lastaufnahmekapazität
- geeignet für rotierende, oszillierende, hin- und hergehende und Gleitbewegungen
- kompakte Bauform und geringes Gewicht
- Endbearbeitet und erfordert somit keine Nachbearbeitung nach dem Einbau
- Kalibrieren zur Verringerung des Betriebsspiels ist möglich
- keine Wasseraufnahme und somit maßbeständig
- geeignet für einen breiten Betriebstemperaturbereich von -200 bis +280 °C
- DP4B mit Bronzerücken für verbesserte Korrosionsbeständigkeit
- **Bleifrei in Übereinstimmung mit den Europäischen RoHS 2011/96/EU, Richtlinien (siehe letzte Seite)**

Je nach den entsprechenden Laufbedingungen bieten DP4 und DP4B Werkstoffe insbesondere folgende Vorteile:

Trockene Einsatzbedingungen

- gute Reibungs- und Verschleißeigenschaften unter Leichtlastbedingungen
- besonders geeignet für Aussetzbetrieb mit oszillierenden und hin- und hergehenden Bewegungen
- wartungsfrei, da keine externe Schmierung erforderlich
- keine Fressneigung

Geschmierte Einsatzbedingungen

- gute Verschleiß- und Reibungseigenschaften über einen breiten Bereich an Belastungs-, Geschwindigkeits- und Temperaturbedingungen
- hohe Verschleißbeständigkeit unter Bedingungen mit Festkörperreibung
- hohe Beständigkeit der Lageraufläche unter Bedingungen mit Kavitations- oder Flusserosion
- geeignet für den Betrieb in zahlreichen Flüssigkeiten (Öl, Benzin, Lösungsmittel, Kühlmittel, Wasser)

1.2 Anwendungen

Dank der besonderen Leistungsmerkmale sowohl bei ungeschmierten, als auch bei geschmierten Anwendungen, werden DP4

Automobil

Bremssysteme, Kupplungen, Getriebe und Kraftübertragungen, Tür-, Motorhauben- und Laderaumscharniere, Cabriovertische, Pedalsysteme, Axial-, Radial-, Getriebe- und Flügelradpumpen, Sitzmechanismen, Lenkungssysteme, Federbeine und Stoßdämpfer, Wischersysteme.

und DP4B Lager in den vielfältigsten Industriebereichen eingesetzt. Dazu zählen beispielsweise:

Industrie

Luffahrt, Landwirtschaft, Bauausrüstungen, Lebensmittel- und Getränkeindustrie, Marine, Materialhandling, Büroeinrichtungen, Verpackungseinrichtungen, Pneumatik- und Hydraulikzylinder, Eisen- und Straßenbahnen, Textilmaschinen, Ventile.



Abb. 1: Anwendungsbeispiele für DP4 und DP4B Lager

2 Aufbau

DP4 ist ein Gleitlager-Verbundmaterial. Es besteht aus einem tragenden Stahlrücken bei DP4, bzw. einem Bronzerücken bei DP4B und einer porösen Sinterbronze-Zwischenschicht, die mit einer modifizierten PTFE-Laufschicht ausgefüllt und überdeckt ist. Die Laufschicht ist mit anorganischen Gleitmittelzusätzen

modifiziert und mit speziellen Polymerfasern verstärkt. Der Trägerrücken aus Stahl (DP4), bzw. Bronze (DP4B) gewährleistet die mechanische Festigkeit und die Sinterbronze-Zwischenschicht bietet der darin eingebetteten Laufschicht des Lagers die erforderliche Bindung.

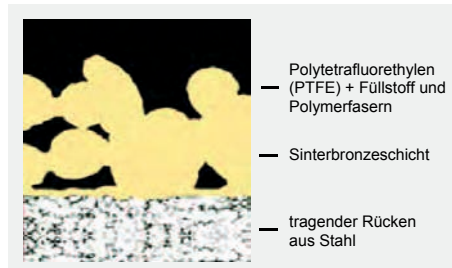


Abb. 2: DP4-Mikroschliffbild

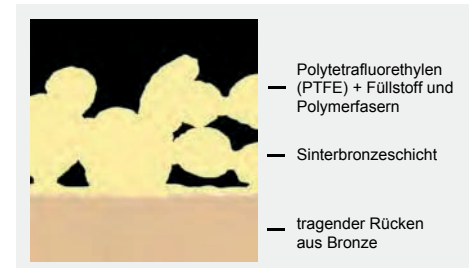


Abb. 3: DP4B-Mikroschliffbild

2.1 Lieferbare Produkte

Standardteile

Diese Produkte werden nach internationalen, nationalen und GGB-Werknormen hergestellt. Die folgenden Produkte sind ab Lager lieferbar. Alle anderen Teile werden nur nach Auftrag gefertigt.

- zylindrische Buchsen
- Bundbuchsen
- Anlaufscheiben
- Bundscheiben
- Streifen

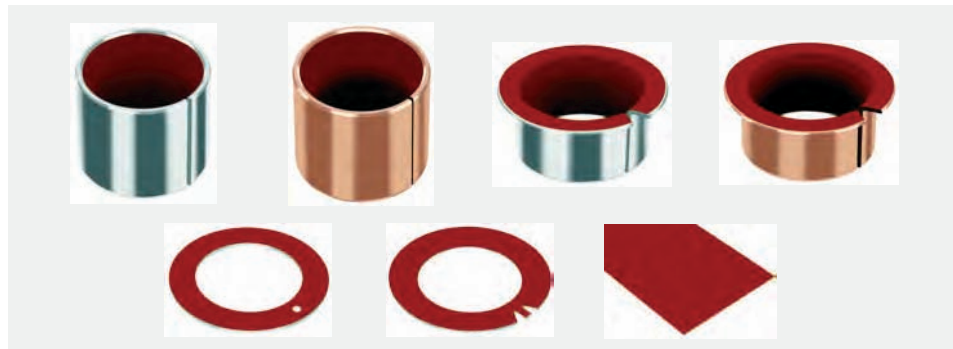


Abb. 4: Standardteile

Sonderteile

Diese Produkte werden nach den Anforderungen des Kunden hergestellt, dazu gehören z.B.:

- geänderte Standardteile
- Lagerschalen

- Gleitstreifen
- Tiefziehteile
- Pressteile
- Stanzteile

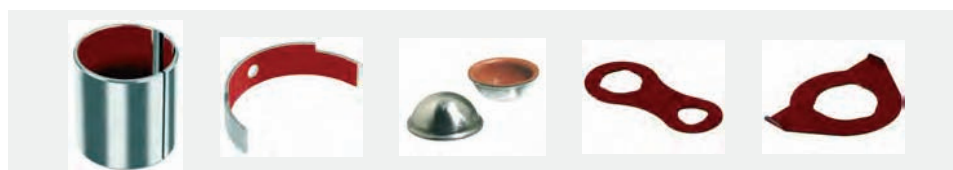


Abb. 5: Sonderteile

3 Eigenschaften

3.1 Physikalische und mechanische Kenngrößen

	Kurzzeichen	Wert		Einheit	Bemerkungen
		DP4	DP4B		
Physikalisch	Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient:				
	Parallel zur Oberfläche	α_1	11	18	10^{-6} K
	Senkrecht zur Oberfläche	α_2	30	36	10^{-6} K
	Max. zul. Temperatur	T_{max}	+280	+280	°C
	Min. zul. Temperatur	T_{min}	-200	-200	°C
Mechanisch	Druckfestigkeit	σ_c	350	300	MPa gemessen an Scheibe 5 mm Durchmesser x 2,45 mm dick
	Max. zulässige Flächenpressung:				
	Statisch	$p_{sta,max}$	250	140	MPa
	Dynamisch	$p_{dyn,max}$	140	140	MPa

Tabelle 1: Physikalische und mechanische Eigenschaften von DP4 und DP4B

3.2 Chemische Beständigkeit

Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht über die chemische Beständigkeit von DP4 gegenüber verschiedenen Chemikalien. Wir empfehlen, die chemische Beständigkeit soweit möglich durch Versuche zu bestätigen.

	Medium	%	°C	Beurteilung	
				DP4	DP4B
Starke Säuren	Salzsäure	5	20	-	-
	Salpetersäure	5	20	-	-
	Schwefelsäure	5	20	-	-
Schwache Säure	Essigsäure	5	20	-	o
	Ameisensäure	5	20	-	o
Basen	Ammoniak	10	20	o	-
	Ätznatron	5	20	o	o
Lösungsmittel	Aceton		20	+	+
	Tetrachlorkohlenstoff		20	+	+
Schmiermittel und Kraftstoffe	Paraffin		20	+	+
	Benzin		20	+	+
	Petroleum		20	+	+
	Dieselmotorkraftstoff		20	+	+
	Mineralöl		70	+	+
	HFA-ISO46 wasserhaltig		70	+	+
	HFC-Wasser-Glycol		70	+	+
	HFD-Phosphat-Ester		70	+	+
	Wasser		20	o	+
	Seewasser		20	-	o

Tabelle 2: Chemische Beständigkeit von DP4 und DP4B

+	Empfehlenswert: Korrosionsschäden werden nicht erwartet.
o	Akzeptabel: Korrosionsschäden können auftreten, ohne Beeinträchtigung der Materialstruktur oder des tribologischen Verhaltens.
-	Nicht empfehlenswert: Korrosionsschäden greifen Materialstruktur an und/oder haben Einfluß auf das tribologische Verhalten.

3.3 Gleiteigenschaften im Trockenlauf

DP4-Lager zeigen eine vernachlässigbar geringe Neigung zum 'Ruck-Gleiten' und ermöglichen fließende Gleitbewegungen zwischen den Kontaktflächen. Die Gleitreibungszahl von DP4 hängt ab von

- der spezifische Lagerbelastung p [MPa]
- der Gleitgeschwindigkeit v [m/s]
- dem Mittenrauhwert der Gegenlauf-
fläche R_a [μm]
- der Lagertemperatur T [$^{\circ}\text{C}$].

Der typische Zusammenhang ist in Abb. 6 dargestellt. Diese kann zur Ermittlung der tatsächlichen Gleitreibung unter sauberen,

trockenen Bedingungen nach der Einlaufperiode herangezogen werden.

Abhängig von den Betriebsbedingungen, können die tatsächlichen Werte um $\pm 20\%$ abweichen. Vor Abschluss der Einlaufperiode kann die Gleitreibung um bis zu 50 % höher sein.

Nach längeren Stillstandszeiten mit Lasteinwirkung (Stunden oder Tage) kann die statische Gleitreibungszahl für die erste Bewegung 1,5 bis 3 mal so groß sein - besonders vor Ende der Einlaufperiode.

Temperatureinfluss bei ungeschmierten Anwendungen (trocken)

Die Gleitreibungszahl von DP4 verändert sich mit der Temperatur. Typische Werte für Temperaturen bis zu 250°C sind in Abb. 7 wiedergegeben. Die Gleitreibung erhöht sich bei Lagertemperaturen unter

0°C . Bei Anwendungen, in denen die Reibung ein kritischer Faktor ist, empfehlen wir Versuche an einem Prototypen.

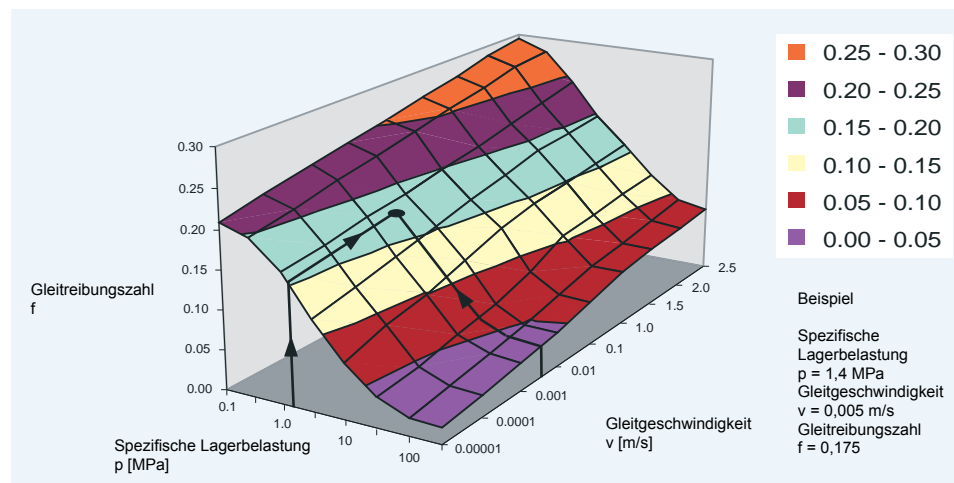


Abb. 6: Gleitreibungszahl f in Abhängigkeit von spezifischer Lagerbelastung p und Gleitgeschwindigkeit v bei einer Temperatur von $T = 25^{\circ}\text{C}$

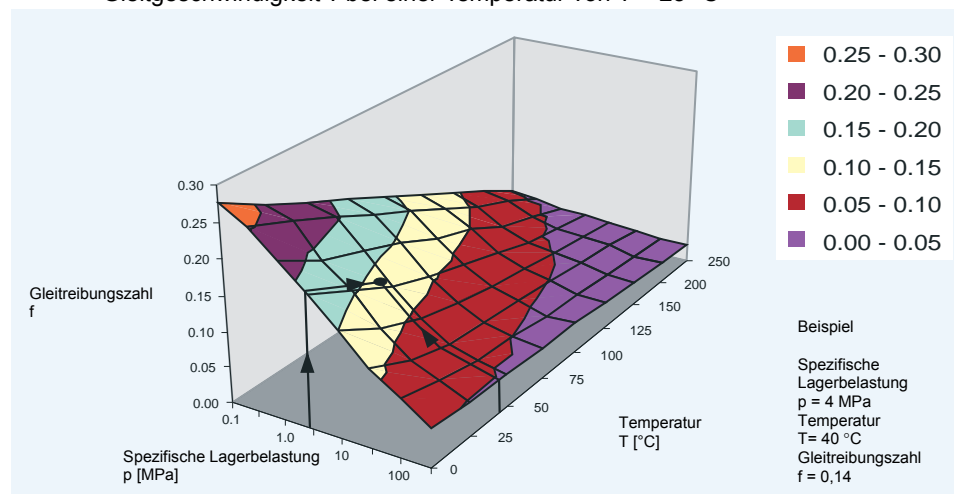


Abb. 7: Gleitreibungszahl f in Abhängigkeit von spezifischer Lagerbelastung p und Temperatur T bei einer Gleitgeschwindigkeit $v = 0,01$ m/s

4 Lebensdauer

4.1 Anwendung in Federbeinen

DP4 wurde ursprünglich für die Lagerung von Kolbenstangen in Federbeinen entwickelt, die extremsten Betriebsbedingungen ausgesetzt sind. Die Verschleißeigenschaften und die Erosionsbeständigkeit sollte verbessert

und die Gleitreibung verringert werden. In den folgenden Abschnitten wird das Verhalten von DP4 mit Werkstoffen verglichen, die bisher in den meisten Anwendungen dieser Art eingesetzt werden.

Verschleiß und Gleitreibung

Der Verschleiß und die Gleitreibung von DP4 wurden an der Kolbenstangenlagerung eines Stoßdämpfers mit Hilfe des in Abb. 8 dargestellten Testaufbaus untersucht. Der Testaufbau sollte die realen Betriebsbedingungen, unter denen

der Dämpfer arbeitet, simulieren und musste im Detail den Anforderungen der einzelnen Dämpferhersteller angepasst werden. Die verwendeten Testbedingungen sind in den Tabellen 3 und 4 wiedergegeben.

Testaufbau für Federbeine

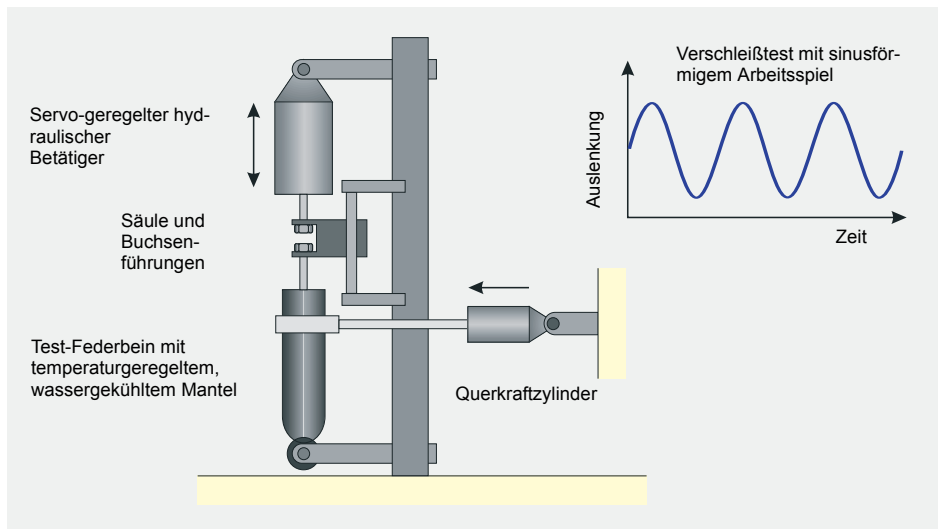


Abb. 8: Prinzipskizze des Testaufbaus

Testbedingungen

Schwingungsform	sinus
Frequenz	2,5 Hz
Querkraft	890 N
Testdauer	100 Stunden
Hub	100 mm
Durchschnittliches Lagerspiel	0,06 mm
Schmiermittel	TEX 0358
Temperatur des Bodenventils	70 °C

Tabelle 3: Verschleißtest für Federbeine

Testbedingungen

Schwingungsform	sinus
Frequenz	0,1 Hz
Querkraft	600 N
Hub	70 mm
Durchschnittliches Lagerspiel	0,06 mm
Schmiermittel	TEX 0358
Temperatur des Bodenventils	Umgebungstemperatur

Tabelle 4: Reibungstest für Federbeine

Der relative Verschleiß und die Gleitreibungszahl von DP4 unter diesen Testbedingungen sind in den Abbildungen 9 bis 11 dargestellt. Die tatsächlichen Ergebnisse für Verschleißrate und Gleitreibung sind nicht angegeben, da sie

stark von den Testbedingungen und der Konstruktion des getesteten Federbeins abhängen. Die Vergleichsdiagramme zeigen jedoch die Vorteile von DP4 in der vorliegenden Anwendung.

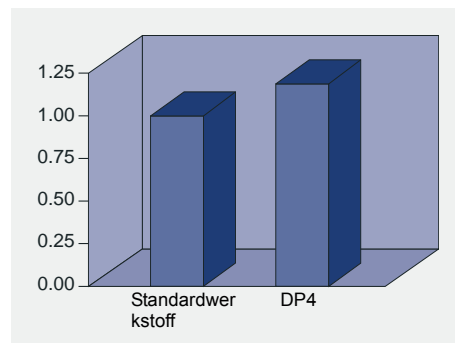


Abb. 9: Relative Verschleißbeständigkeit

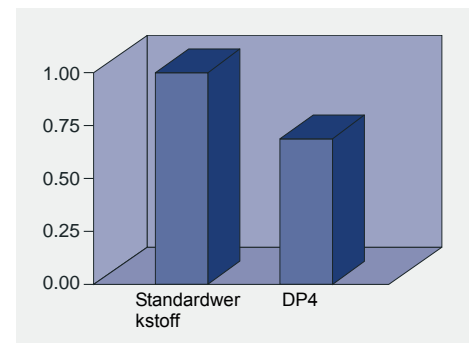


Abb. 10: Relative dynamische Gleitreibungszahl

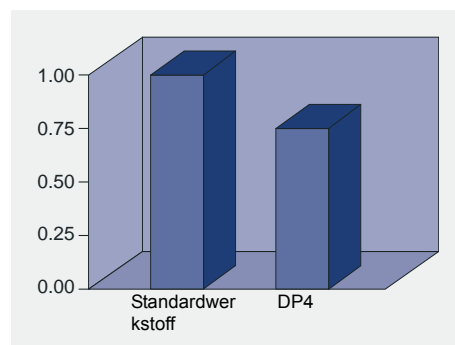


Abb. 11: Relative statische Gleitreibungszahl

Beständigkeit gegen Kavitationserosion

Unter bestimmten Betriebsbedingungen kann die PTFE-Laubschicht der Kolbenführungsbuchse des Federbeins durch Erosion beschädigt werden. Solche Schäden entstehen durch Kavitation und

Flußerosionseffekte. Mit dem in Abb. 12 dargestellten Prüfstand werden solche Verschleißzustände in der Laubschicht des Gleitlagers nachvollzogen. Die Testbedingungen sind in Tabelle 5 angegeben.

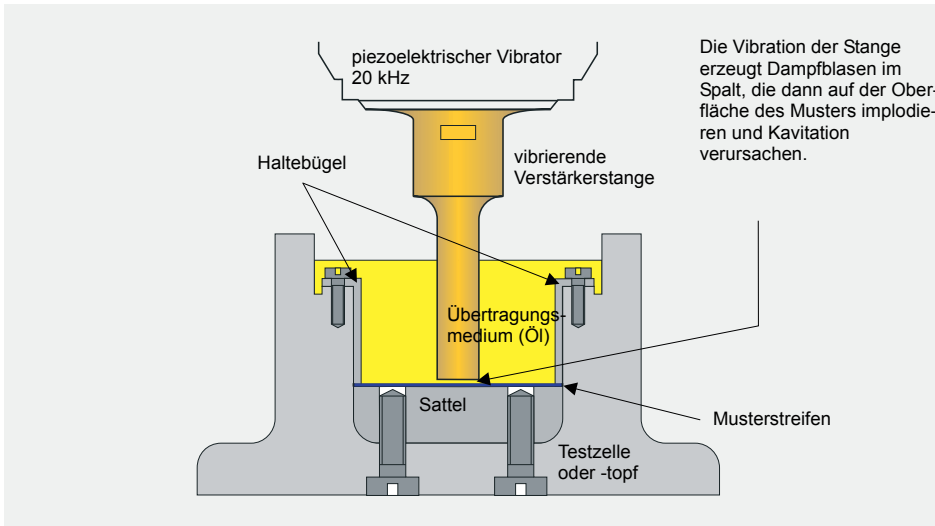


Abb. 12: Prinzipskizze des Prüfstandes

Testbedingungen

Amplitude	0,015 mm
Frequenz	20 kHz
Abstand	1 mm
Testdauer	30 Minuten
Schmiermittel	TEX 0358
Temperatur	Umgebungstemperatur

Tabelle 5: Test der Kavitationserosion

Die mit diesem Prüfaufbau festgestellte relative Verschleißfestigkeit von DP4 gegenüber Kavitationsschäden ist in Abb. 9 dargestellt.

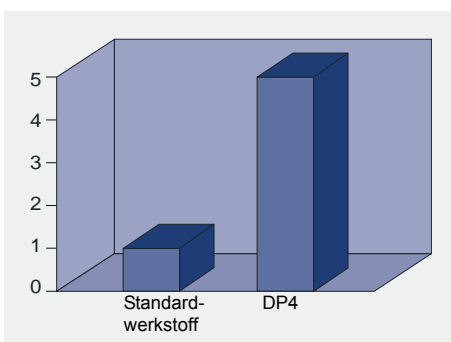


Abb. 13: Relative Verschleißfestigkeit gegenüber Kavitationserosion

Beständigkeit gegen Flusserosion

Der in Abb. 14 dargestellte Prüfstand dient dazu, durch Flusserosion verursachte Schäden in der Laufschrift des Lagers zu simulieren. Die Testbedingungen sind in Tabelle 6 angegeben.

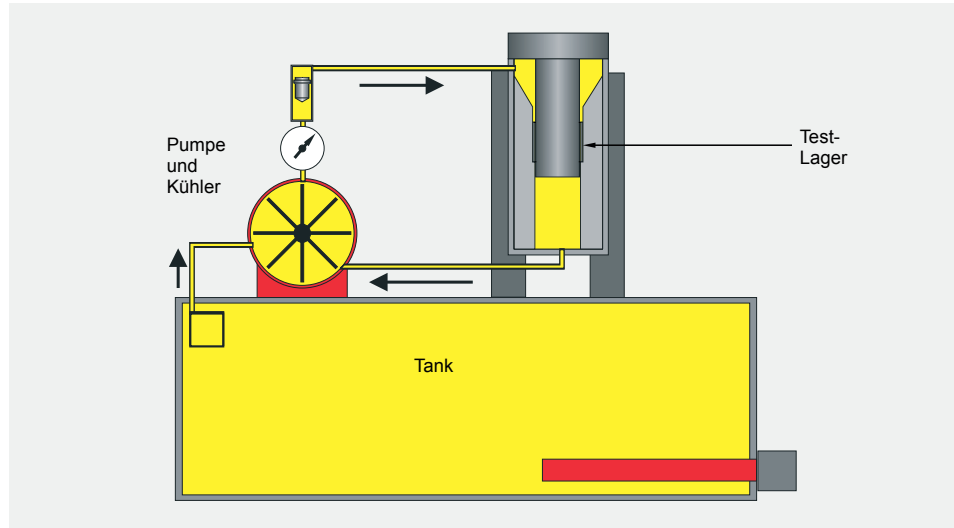


Abb. 14:Prinzipskizze des Prüfstands für Flusserosion

Testbedingungen

Lagerdurchmesser	20 mm
Lagerbreite	15 mm
Lagerspiel	0,11 mm
Druck	13,8 MPa
Durchflußrate	5 l/min
Testdauer	20 Stunden
Oberflächengüte der Welle	0,15 µm ±0,05
Temperatur	Umgebungstemperatur

Tabelle 6: Flusserosionstest

Die mit diesem Testaufbau an DP4 ermittelte relative Beständigkeit gegen Flusserosion ist in Abb. 9 wiedergegeben.

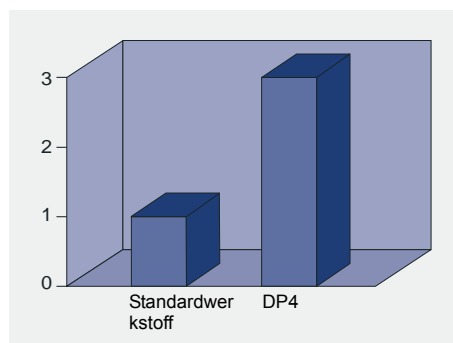


Abb. 15:Relative Beständigkeit gegen Flusserosion

4.2 Anwendungen in der Hydraulik

DP4 zeigt auch in einer Vielzahl ölgeschmierter hydraulischer Anwendungen ausgezeichnete Verschleiß- und Gleitreibungseigenschaften. Die Verschleißbeständigkeit von DP4 im

Betriebszustand der Mischreibung unter Dauerlast wurde mit dem in Abb. 16 dargestellten Prüfstand untersucht. Die Testbedingungen sind in Tabelle 7 wiedergegeben.

GGB Jupiter-Testaufbau

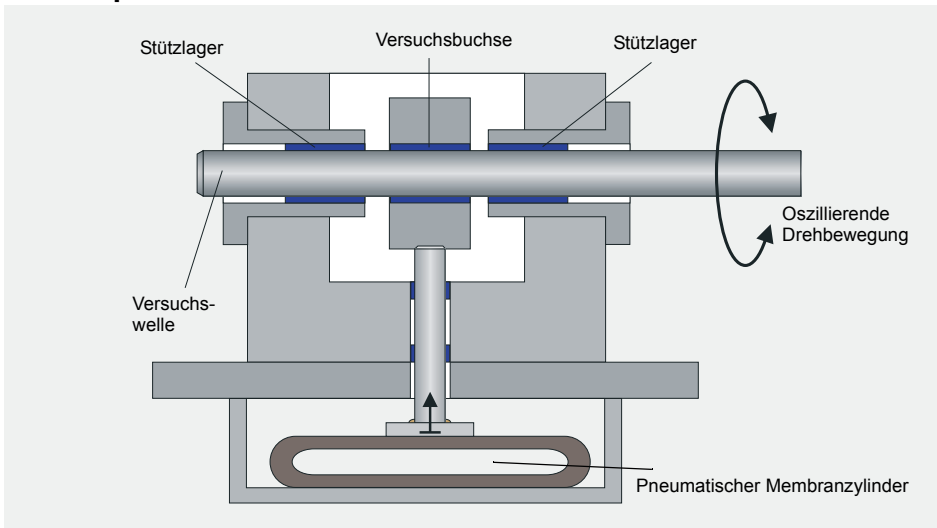


Abb. 16: Prinzipskizze des GGB Jupiter-Testaufbaus

Testbedingungen

Lagerdurchmesser	20 mm
Lagerbreite	15 mm
Durchschnittliches Lagerspiel	0,10 mm
Geschwindigkeit	0,11 m/s
Schmiermittel	ISO VG 46 Hydrauliköl

Tabelle 7: Verschleißtest mit Schmierung

Die im Versuch für DP4 und die in den meisten Hydraulikpumpen eingesetzten Werkstoffe ermittelten relativen pv-Grenzwerte im Mischreibungsgebiet sind in Abb. 9 dargestellt. Der pv-Grenzwert

hängt von den tatsächlichen Betriebsbedingungen ab. Daher kann das hier angegebene relative Verhalten lediglich als Anhaltspunkt dienen.

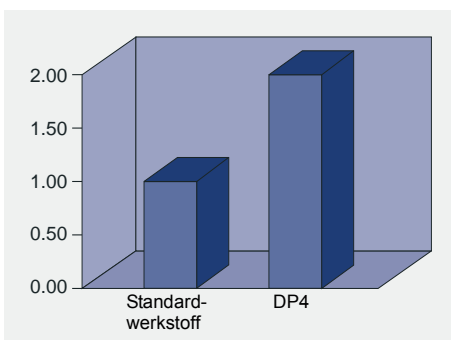


Abb. 17: Relative pv-Grenzwerte

4.3 Lebensdauer bei Trockenlauf

Konstruktionsbestimmende Faktoren

Die entscheidenden Faktoren zur Ermittlung der Dimensionen oder zur Berechnung der Lebensdauer von DP4-Lagern sind:

- maximal zulässige spezifische Lagerbelastung p_{lim}
- pv-Faktor
- Oberflächengüte der Gegenlauffläche ausgedrückt durch den R_a -Wert

- Material der Gegenlauffläche
- Temperatur T
- weitere Umgebungseinflüsse z.B. Gehäuseausführung, Schmutz, Schmierung

Die nachfolgend beschriebene Berechnungsmethode kann zur Abschätzung der Lebensdauer eines DP4-Lagers unter Trockenlaufbedingungen verwendet werden.

Spezifische Lagerbelastung p

Zum Abschätzen der Lebensdauer eines Lagers wird die spezifische Lagerbelastung p als Quotient aus Betriebslast und projizierter Lagerfläche ermittelt. Sie wird in MPa angegeben.

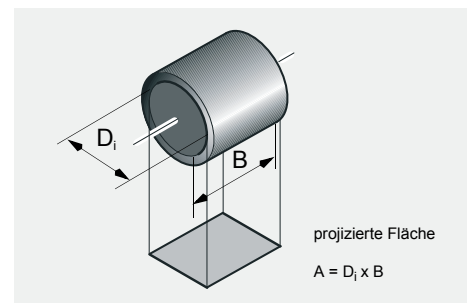


Abb. 18: Projizierte Fläche

Zylindrische Buchse

(4.3.1) [MPa]

$$p = \frac{F}{D_i \cdot B}$$

Anlaufscheibe

(4.3.2) [MPa]

$$p = \frac{4F}{\pi \cdot (D_o^2 - D_i^2)}$$

Bundbuchse (axiale Belastung)

(4.3.3) [MPa]

$$p = \frac{F}{0,04 \cdot (D_{ri}^2 - D_i^2)}$$

Gleitstreifen

(4.3.4) [MPa]

$$p = \frac{F}{L \cdot W}$$

Maximal zulässige spezifische Lagerbelastung p_{lim}

Die Grenze der Belastung, die ein DP4-Lager aufnehmen kann, wird durch die max. zul. spezifische Lagerbelastung ausgedrückt und hängt von der Belastungsart ab. Bei statischer Belastung werden die größten Werte erzielt. Dynamische Belastungen oder oszillierende Bewegungen, die zu einer Ermüdungsbeanspruchung des Lagers

führen, reduzieren die zulässige spezifische Lagerbelastung.

Im Allgemeinen sollte die Belastung eines DP4-Lagers die in Tabelle 8 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Für die in Tabelle 8 angegebenen maximalen Lagerbelastungen wird davon ausgegangen, dass keine Verkantungen vorliegen (Abb. 35).

Maximal zulässige spezifische Lagerbelastung p_{lim}

Belastungsarten	p_{lim} [MPa]									
Statische Last, rotierende Bewegung	140									
Statische Last, oszillierende Bewegung										
p_{lim}	140	140	115	95	85	80	60	44	30	20
Zulässige Anzahl der Schwenkbewegungen Q	1000	2000	4000	6000	8000	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8
Dynamische Last, rotierende oder oszillierende Bewegung										
p_{lim}	60	60	50	46	42	40	30	22	15	10
Anzahl der Belastungsspiele	1000	2000	4000	6000	8000	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8

Tabelle 8: Maximal zulässige Lagerbelastung p_{lim}

Übersteigt die spezifische Lagerbelastung den Wert von 140 MPa, kann dies zu einer bleibenden Deformation der Laufschrift führen - es sei denn, das Lager wird im Aussetzbetrieb bei niedrigen Geschwindigkeiten betrieben. Unter diesen Bedingungen wird eine Absprache mit GGB empfohlen.

Die zulässige maximale Belastung von Anlaufscheiben ist höher als die des Bundes einer Bundbuchse. Deshalb sollten bei hohen Axialkräften vorzugsweise Anlaufscheiben eingesetzt werden.

Gleitgeschwindigkeit v

Gleitgeschwindigkeiten über 2,5 m/s können zu einer Überhitzung des Lagers führen. In diesem Fall bieten Einlaufzyklen Abhilfe.

Dabei könnten nach einem ersten Lauf von wenigen Sekunden mehrere kurze Läufe mit stetig steigender Laufzeit ausgeführt werden.

Berechnung der Gleitgeschwindigkeit v

Drehbewegung

Buchsen

(4.3.5) $v = \frac{D_i \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3}$ [m/s]

Anlaufscheiben

(4.3.6) $v = \frac{D_o + D_i}{2} \cdot \pi \cdot n$ [m/s]

Schwenkbewegung

Buchsen

(4.3.7) $v = \frac{D_i \cdot \pi}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{4\phi \cdot n_{osc}}{360}$ [m/s]

Anlaufscheiben

(4.3.8) $v = \frac{D_o + D_i}{2} \cdot \pi \cdot \frac{4\phi \cdot n_{osc}}{360}$ [m/s]

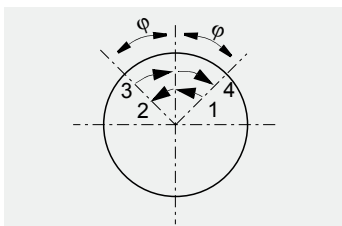


Abb. 19: Oszillierende Bewegung

pv Faktor

Die Betriebslebensdauer eines DP4-Lagers hängt vom pv-Faktor ab. Er ist das Produkt aus spezifischer Lagerbelastung p [MPa] und Gleitgeschwindigkeit v [m/s].

Für Anlaufscheiben und die Stirnflächen von Bundbuchsen wird die Gleitgeschwindigkeit aus dem mittleren Durchmesser berechnet.

	DP4	Einheit
p	140	MPa
v	2,5	m/s
pv Dauerbetrieb	0,5	MPa x m/s
pv Aussetzbetrieb	1,0	MPa x m/s

Tabelle 9: Werte für pv

pv-Faktoren bis zu 1,0 MPa x m/s können für kurze Zeit aufgenommen werden. Im Dauerbetrieb können abhängig von der gewünschten Lebensdauer pv-Faktoren bis zu 0,5 MPa x m/s verwendet werden.

pv-Faktor berechnen

(4.3.9) [MPa x m/s]

$$pv = p \cdot v$$

Korrekturfaktoren für unterschiedliche Einflussparameter

Die folgenden Parameter beeinflussen die Lebensdauer von DP4 und müssen bei der Berechnung der erforderlichen Abmessungen oder beim Abschätzen der

Lagerlebensdauer in einer bestimmten Anwendung durch entsprechende Korrekturfaktoren berücksichtigt werden.

Temperatur-Einflussfaktor a_T

Die Lebensdauer von DP4-Lagern hängt von der Betriebstemperatur ab.

Unter Trockenlaufbedingungen entsteht an der Laufschrift des Lagers Reibungswärme, die im Verhältnis zu pv steht. Bei einem bestimmten pv-Faktor hängt die Betriebstemperatur des Lagers von der Umgebungstemperatur, der Wärmeabfuhr über das Gehäuse und dem

Gegenlaufkörper ab. Aussetzbetrieb beeinflusst die Wärmezufuhr und somit die sich einstellende Betriebstemperatur des Lagers.

Der Einfluss der Temperatur auf die Lebensdauer von DP4-Lagern wird durch den Temperatur-Korrekturfaktor a_T in Tabelle 10 angegeben.

Betriebsbedingungen	Art des Gehäuses	Umgebungstemperatur des Lagers T _{amb} [°C] und Temperatur-Korrekturfaktor a _T					
		25	60	100	150	200	280
Dauerbetrieb, trocken	Normale Wärmeabfuhr	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
Dauerbetrieb, trocken	Leichte Preßteile oder isolierte Gehäuse mit schlechter Wärmeabfuhr	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	-
Dauerbetrieb, trocken	Nichtmetallische Gehäuse mit sehr schlechter Wärmeabfuhr	0,3	0,3	0,2	0,1	-	-
Aussetzbetrieb, trocken (Laufzeit weniger als 2 min., gefolgt von längeren Stillstandszeiten)	Normale Wärmeabfuhr	2,0	1,6	1,2	0,8	0,4	0,2

Tabelle 10: Temperatur-Einflussfaktor a_T

Gegenwerkstoff

Der Einfluss des Gegenwerkstoffs auf die Lebensdauer von DP4-Lagern wird durch den Korrekturfaktor für den Gegenwerkstoff a_M und die Lebensdauer-Korrekturkonstante a_L in Tabelle 11 bestimmt.

Hinweis:

Für die angegebenen Faktoren wird von einer Oberflächengüte der Gegenfläche von $R_a = 0,4 \pm 0,1 \mu\text{m}$ ausgegangen.

Dabei gelten folgende Empfehlungen:

- geschliffen ist besser als feingedreht
- abrasive Partikel nach der Bearbeitung entfernen
- Grauguss-Oberflächen schleifen auf $R_a = 0,3 \pm 0,1 \mu\text{m}$
- Schleifrichtung = Laufrichtung

Werkstoff	Korrekturfaktor für den Gegenwerkstoff a_M	Lebensdauer-Korrekturkonstante a_L
Stahl und Grauguss		
Unlegierter Stahl	1	400
Kohlenstoff-Mangan-Stahl	1	400
Legierter Stahl	1	400
Einsatzgehärteter Stahl	1	400
Nitrierter Stahl	1	400
Badnitrierter Stahl	1	400
Rostfreier Stahl (7-10 % Ni, 17-20 % Cr)	2	400
Grauguss ($0,3 \pm 0,1 \mu\text{m } R_a$)	1	400

Tabelle 11: Korrekturfaktor für den Gegenwerkstoff a_M und Lebensdauer-Korrekturkonstante a_L

Lagergröße

Das Lagerspiel von DP4-Lagern wird mit zunehmendem Lagerdurchmesser immer größer. Dadurch wird die Kontaktfläche zwischen Lager und Welle im Verhältnis zum Durchmesser kleiner. Die Verkleinerung der Berührungsfläche

erhöht die spezifische Belastung und damit den pv-Faktor. Dies wird bei der Auslegung des Lagers durch den Korrekturfaktor für die Lagergröße a_B (Abb. 21) berücksichtigt.

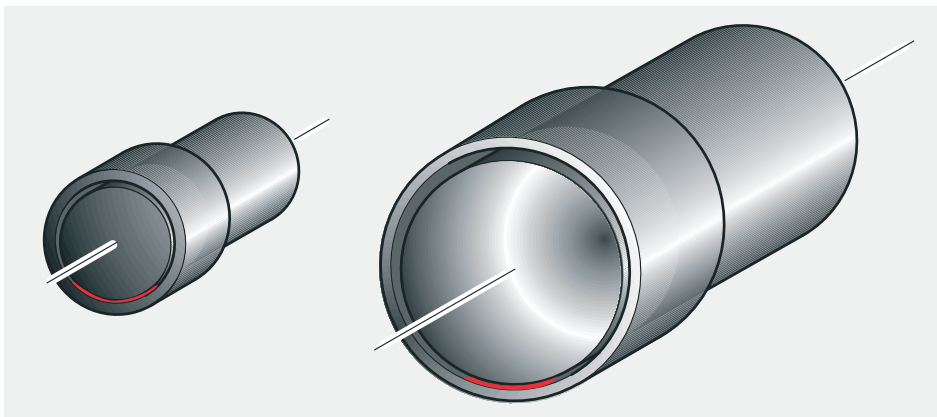


Abb. 20: Berührungsflächen zwischen Lager und Welle

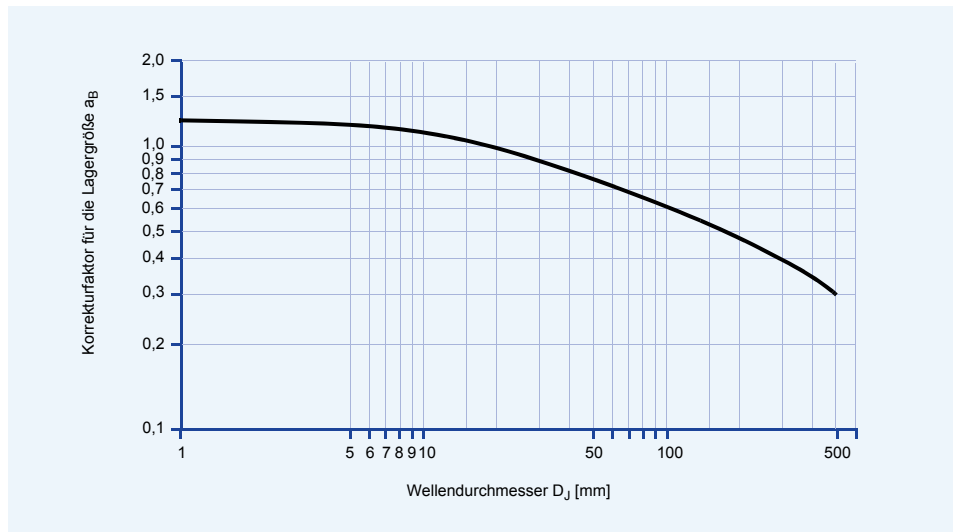


Abb. 21: Korrekturfaktor für die Lagergröße a_B

Nachbearbeiten der Lagerlauffläche

Das Nachbearbeiten von DP4-Lagern führt in der Regel zu einer Reduzierung der Lebensdauer. Es wird daher nicht empfohlen, DP4-Lager nachzuarbeiten.

Der in Tabelle 12 angegebene Korrekturfaktor a_C gibt die relative Verkürzung der Lebensdauer an.

Umfang der Nacharbeit		Korrekturfaktor a_C
Kalibrieren: Aufmaß des Kalibrierdorns über mittleren Buchsen-Innendurchmesser	0,025 mm	0,8
	0,038 mm	0,6
	0,050 mm	0,3

Tabelle 12: Korrekturfaktor für die Nachbearbeitung der Lagerlauffläche a_C

Belastungsart

Die Art der Belastung ist in den Gleichungen (4.4.9), Seite 19 und (4.4.10),

Seite 19 berücksichtigt.

Punktlast (Buchse steht, Welle dreht)

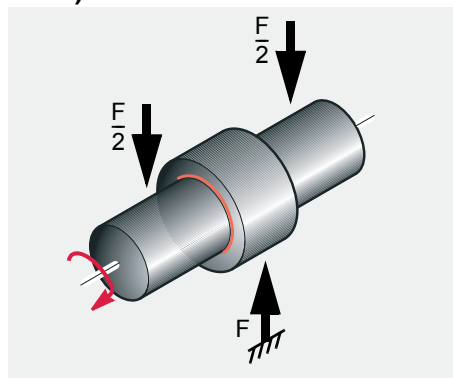


Abb. 22: Punktlast

Umfangslast (Welle steht, Buchse dreht)

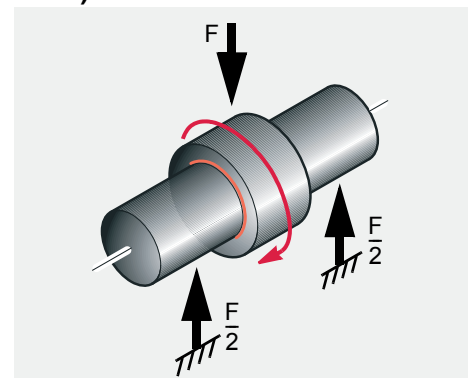


Abb. 23: Umfangslast

4.4 Berechnung der Lager-Lebensdauer

Bestimmt der vorhandene Bauraum die Lagergröße, kann mit der nachfolgenden Berechnungsmethode die Lebensdauer abgeschätzt werden. Ist die Lebensdauer

unbefriedigend, müssen konstruktive Maßnahmen eingeleitet und das Lager anders dimensioniert werden.

Spezifische Lagerbelastung p

Buchsen

(4.4.1) [MPa]

$$p = \frac{F}{D_i \cdot B}$$

Bundbuchsen

(4.4.2) [MPa]

$$p = \frac{4F}{\pi \cdot (D_o^2 - D_i^2)}$$

Anlaufscheiben

(4.4.3) [MPa]

$$p = \frac{F}{0,04 \cdot (D_{fl}^2 - D_i^2)}$$

Hochlastfaktor a_E

(4.4.4) [-]

$$a_E = \frac{p_{lim} - p}{p_{lim}}$$

\bar{p}_{lim} siehe Tabelle 8, Seite 14

Anmerkung:

Wird a_E negativ, ist das Lager überbelastet. Durchmesser und/oder Breite erhöhen.

Korrigierter p_v -Faktor

Buchsen

(4.4.5) [MPa x m/s]

$$p_v = \frac{5,25 \cdot 10^{-5} F \cdot n}{a_E \cdot B \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B}$$

Bundbuchsen

(4.4.6) [MPa x m/s]

$$p_v = \frac{6,5 \cdot 10^{-4} F \cdot n}{a_E \cdot (D_{fl} - D_i) \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B}$$

Anlaufscheiben

(4.4.7) [MPa x m/s]

$$p_v = \frac{3,34 \cdot 10^{-5} F \cdot n}{a_E \cdot (D_o - D_i) \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B}$$

Bei oszillierenden Bewegungen ergibt sich die mittlere Drehzahl mit:

(4.4.8) [1/min]

$$n = \frac{4\varphi \cdot n_{osc}}{360}$$

Lebensdauer L_H berechnen

Buchsen, Punktlast (Abb. 22)

(4.4.9) [h]

$$L_H = \frac{265}{p_v} - a_L$$

Buchsen, Umfangslast (Abb. 23)

(4.4.10) [h]

$$L_H = \frac{530}{p_v} - a_L$$

Bundbuchsen (Axiallast)

(4.4.11) [h]

$$L_H = \frac{175}{pv} - a_L$$

a_L siehe Tab. 11, Seite 17

Anlaufscheiben

(4.4.12) [h]

$$L_H = \frac{175}{pv} - a_L$$

Einfluss durch Nachbearbeiten

Wenn DP4-Buchsen nachbearbeitet werden, muss dies bei der Berechnung der Lebensdauer mit Hilfe des Korrekturfaktors a_C berücksichtigt werden (Tab. 12, Seite 18).

Rechnerische Lebensdauer

(4.4.13) [h]

$$L_H = L_H \cdot a_C$$

a_C siehe Tab. 12, Seite 18

Für Schwenkbewegungen oder dynamische Belastungen

(4.4.14) [Zyklen]

$$Z_T = L_H \cdot n_{osc} \cdot 60$$

Ist die geforderte Lebensdauer L_H bekannt, kann die Gesamtanzahl der Schwenkbewegungen Z_T berechnet werden. Mit dem ermittelten Z_T -Wert können dann die Werte aus Tabelle 8 überprüft werden.

(4.4.15) [Zyklen]

$$Z_T = L_H \cdot C \cdot 60$$

$Z_T < Q$: Die Lebensdauer wird durch den Verschleiß auf Z_T -Zyklen begrenzt.

$Z_T > Q$: Die Lebensdauer wird durch eine Materialermüdung auf Z_T -Zyklen begrenzt.

Gleitstreifen

Faktor für den Einfluss der spezifischen Lagerbelastung

(4.4.16) [-]

$$a_{E1} = A - \frac{F}{p_{lim}}$$

Ist dieser Wert negativ, ist das Lager überbelastet. Die Lager-Oberfläche muss vergrößert werden.

Faktoren für Geschwindigkeit, Temperatur und Material

(4.4.17) [-]

$$a_{E2} = \frac{280 \cdot a_T \cdot a_M}{F \cdot v}$$

a_T siehe Tab. 10, Seite 16
 a_M siehe Tab. 11, Seite 17

Faktor für den Einfluss der relativen Gegenlaufläche

(4.4.18) [-]

$$a_{E3} = \frac{A}{A_M}$$

Rechnerische Lebensdauer

(4.4.19) [-]

$$L_H = a_{E1} \cdot a_{E2} \cdot a_{E3} - a_L$$

Hinweis:

Bei einer rechnerischen Lebensdauer von mehr als 4000 Stunden können aufgrund von Ungenauigkeiten bei der Hochrechnung der Testdaten die tatsächlichen Werte von den rechnerischen abweichen.

4.5 Berechnungsbeispiele

Zylindrische Buchse

Gegeben:			
Belastungsart	Statische Belastung	Innendurchmesser D_i	40 mm
	Rotierende Bewegung	Buchsenbreite B	30 mm
Welle	Stahl	Lagerkraft F	5000 N
	Trockenlauf bei 25 °C	Drehzahl n	25 1/min

Berechnungs- und Korrekturfaktoren			
Grenzwert p_{lim}	140 MPa	(Tab. 8, Seite 15)	
Temperatur-Korrekturfaktor a_T	1,0	(Tab. 10, Seite 16)	
Werkstoff-Korrekturfaktor a_M	1,0	(Tab. 11, Seite 17)	
Lagergrößen-Korrekturfaktor a_B	0,85	(Abb. 21, Seite 18)	
Lebensdauer-Korrekturkonstante a_L	400	(Tab. 11, Seite 17)	

Berechnung	Gl.-Nr.	Ergebnis
Spezifische Lagerbelastung p [MPa]	(4.4.1), Seite 19	$p = \frac{F}{D_i \cdot B} = \frac{5000}{40 \cdot 30} = 4,17$
Gleitgeschwindigkeit v [m/s]	(4.3.5), Seite 15	$v = \frac{D_i \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3} = \frac{40 \cdot 3,14 \cdot 25}{60 \cdot 10^3} = 0,052$
Hochlastfaktor a_E [-] (muss >0 sein)	(4.4.4), Seite 19	$a_E = \frac{p_{lim} - p}{p_{lim}} = \frac{140 - 4,17}{140} = 0,97$
Korrigierter pv-Faktor [MPa x m/s]	(4.4.5), Seite 19	$pv = \frac{5,25 \cdot 10^{-5} \cdot F \cdot n}{a_E \cdot B \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} = \frac{6,5625}{24,265} = 0,27$
Lebensdauer L_H [h]	(4.4.9), Seite 19	$L_H = \frac{265}{pv} \cdot a_L = \frac{265}{0,27} \cdot 400 = 581$

Anlaufscheibe

Gegeben:			
Belastungsart	Axialkraft	Innendurchmesser D_i	38 mm
	Rotierende Bewegung	Außendurchmesser D_o	62 mm
Welle	Stahl	Lagerkraft F	6500 N
	Trockenlauf bei 25 °C	Drehzahl n	10 1/min

Berechnungs- und Korrekturfaktoren			
Grenzwert p_{lim}	140 MPa	(Tab. 8, Seite 15)	
Temperatur-Korrekturfaktor a_T	1,0	(Tab. 10, Seite 16)	
Werkstoff-Korrekturfaktor a_M	1,0	(Tab. 11, Seite 17)	
Lagergrößen-Korrekturfaktor a_B	0,85	(Abb. 21, Seite 18)	
Lebensdauer-Korrekturkonstante a_L	400	(Tab. 11, Seite 17)	

Berechnung	Gl.-Nr.	Ergebnis
Spezifische Lagerbelastung p [MPa]	(4.4.2), Seite 19	$p = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot (D_o^2 - D_i^2)} = \frac{4 \cdot 6500}{\pi \cdot (62^2 - 38^2)} = 3,45$
Gleitgeschwindigkeit v [m/s]	(4.3.6), Seite 15	$v = \frac{D_o + D_i}{2} \cdot \pi \cdot n = \frac{62 + 38}{2} \cdot \pi \cdot 10 = \frac{2}{60 \cdot 10^3} = 0,026$
Hochlastfaktor a_E [-] (muss >0 sein)	(4.4.4), Seite 19	$a_E = \frac{p_{lim} - p}{p_{lim}} = \frac{140 - 3,45}{140} = 0,975$
Korrigierter pv-Faktor [MPa x m/s]	(4.4.7), Seite 19	$pv = \frac{3,34 \cdot 10^{-5} \cdot F \cdot n}{a_E \cdot (D_o - D_i) \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} = \frac{2,171}{19,28} = 0,113$
Lebensdauer L_H [h]	(4.4.12), Seite 20	$L_H = \frac{175}{pv} \cdot a_L = \frac{175}{0,113} \cdot 400 = 1149$

Bundbuchse

Gegeben:			
Belastungsart	Axialkraft	Bundaußendurchmesser D_H	23 mm
	Rotierende Bewegung	Innendurchmesser D_i	15 mm
Welle	Stahl	Lagerkraft F	250 N
	Trockenlauf bei 25 °C	Drehzahl n	5 1/min

Berechnungs- und Korrekturfaktoren			
Grenzwert p_{lim}	140 MPa	(Tab. 8, Seite 15)	
Temperatur-Korrekturfaktor a_T	1,0	(Tab. 10, Seite 16)	
Werkstoff-Korrekturfaktor a_M	1,0	(Tab. 11, Seite 17)	
Lagergrößen-Korrekturfaktor a_B	1,0	(Abb. 21, Seite 18)	
Lebensdauer-Korrekturkonstante a_L	400	(Tab. 11, Seite 17)	

Berechnung	Gl.-Nr.	Ergebnis
Spezifische Lagerbelastung p [MPa]	(4.4.2), Seite 19	$p = \frac{F}{0,04 \cdot (D_H^2 - D_i^2)} = \frac{250}{0,04 \cdot (23^2 - 15^2)} = 20,55$
Gleitgeschwindigkeit v [m/s]	(4.3.6), Seite 15	$v = \frac{D_H + D_i}{2} \cdot \pi \cdot n = \frac{23 + 15}{2} \cdot \pi \cdot 5 = \frac{2}{60 \cdot 10^3} = 0,005$
Hochlastfaktor a_E [-] (muss >0 sein)	(4.4.4), Seite 19	$a_E = \frac{p_{lim} - p}{p_{lim}} = \frac{140 - 20,55}{140} = 0,0853$
Korrigierter pv-Faktor [MPa x m/s]	(4.4.6), Seite 19	$pv = \frac{6,5 \cdot 10^{-4} \cdot F \cdot n}{a_E \cdot (D_H - D_i) \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} = \frac{0,8125}{6,82} = 0,119$
Lebensdauer L_H [h]	(4.4.11), Seite 20	$L_H = \frac{175}{pv} \cdot a_L = \frac{175}{0,119} \cdot 400 = 1071$

5 Schmierung

DP4-Lager besitzen beim Einsatz von Schmiermitteln ein ausgezeichnetes Betriebsverhalten. Nachfolgend werden

die Grundlagen der Schmierung erläutert und Hinweise für den Einsatz von DP4 in Verbindung mit Schmierstoffen gegeben.

5.1 Schmiermittel

DP4-Lager können mit den meisten Flüssigkeiten geschmiert werden.

Als Schmierstoff kommt jede Flüssigkeit in Frage, die die PTFE gefüllte Lauffläche oder die poröse Bronzeschicht nicht chemisch angreift.

- Wasser
- Schmieröl
- Motorenöl
- Turbinenöl
- Hydraulikflüssigkeit
- Lösungsmittel
- Kühlmittel

Ist die Eignung eines Mediums als Schmierstoff zweifelhaft, legen sie ein DP4-Muster für zwei bis drei Wochen in dieses Medium. Die Temperatur sollte 15 bis 20 °C über der voraussichtlichen Betriebstemperatur liegen.

Die Flüssigkeit ist nicht für den Einsatz in Verbindung mit DP4 geeignet, wenn:

- sich die Wanddicke des DP4-Musters wesentlich verändert
- sichtbare Farbänderungen an der Lauffläche auftreten (außer leichte Verfärbung oder einige Flecken)
- sichtbare Veränderungen der Mikrostruktur der Bronze-Zwischenschicht auftreten

5.2 Tribologische Betriebszustände

Bezüglich der Schmierung kann zwischen drei verschiedenen Betriebszuständen unterschieden werden. Diese sind: Hydrodynamische Schmierung, Mischreibung und Trockenlauf.

Die drei Betriebszustände sind abhängig von:

- Lagerabmessungen
- Lagerspiel
- Belastung
- Gleitgeschwindigkeit
- Viskosität des Schmierstoffes
- Schmierstoff-Durchsatzmenge

Hydrodynamische Schmierung

Merkmale:

- vollständige Trennung von Lager und Welle durch den Schmierfilm
- sehr geringe Reibung und Verschleiß
- Gleitreibungszahl zwischen 0,001 und 0,01

Hydrodynamische Schmierung entsteht wenn:

$$(5.2.1) \quad p \leq \frac{v \cdot \eta}{7,5} \cdot \frac{B}{D_i} \quad [\text{MPa}]$$

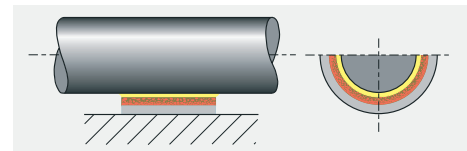


Abb. 24: Hydrodynamische Schmierung

Mischreibung

Merkmale:

- Hydrodynamische Schmierung und Festkörperreibung treten in Kombination auf.
- Lastübertragung teilweise durch komprimierte Schmiermittel, aber auch Festkörper-Kontakt.
- Reibwert und Verschleiß sind abhängig vom hydrodynamischen Traganteil.
- DP4-Lager besitzen unter solchen

Betriebsbedingungen eine hohe Verschleißbeständigkeit.

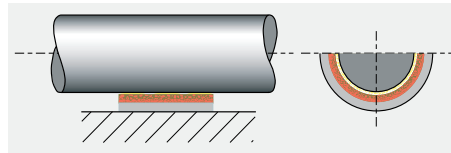


Abb. 25: Mischreibung

Trockenlauf (Festkörperreibung)

Merkmale:

- Die Welle gleitet ohne zusätzliches Schmiermittel auf der Gleifläche des Lagers.
- Die Auswahl des Gleitlagermaterials entscheidet über die Lebensdauer des Lagers.
- Es kann an der Welle zu Verschleiß kommen, da sie sich mit dem Lager in Kontakt befindet. Die guten Eigenschaften von DP4 minimieren den Verschleiß auch unter diesen Bedingungen.
- Die dynamische Gleitreibungszahl von

DP4 liegt hier zwischen 0,02 und 0,3 (siehe Abb. 6 und Abb. 7).

- Die statische Gleitreibungszahl von DP4 liegt geringfügig darüber.

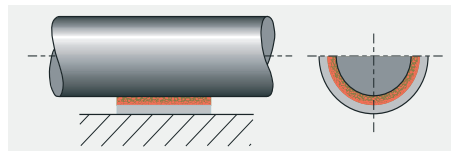


Abb. 26: Trockenlauf mit Festkörperreibung

5.3 Gleit- und Reibungsverhalten unter Schmierung

DP4 ist besonders für hohe Anforderungen geeignet, bei denen eine

- **hohe spezifische Belastung**
Bei Festkörper- und Mischreibung zeigt DP4 unter hoher Belastung eine ausgezeichnete Verschleißbeständigkeit und geringe Reibung.
- **Start/Stop unter Last**
Ist die Anlaufgeschwindigkeit zu gering um einen hydrodynamischen Film aufzubauen, arbeiten die Lager im Bereich der Mischreibung.
 - DP4 minimiert dabei den Verschleiß.
 - DP4 benötigt ein geringeres Anlaufdrehmoment als konventionelle metallische Lager.

Beachten Sie jedoch folgendes:

Wenn ein DP4-Lager im Betrieb mit Wasserschmierung ohne hydrodynamische Tragwirkung betrieben wird, verringert sich die Verschleißbeständigkeit durch erhöhtes Einschaben des Lagers

Zur Anwendung von Abb. 27

- Berechnen Sie mit den Formeln in Abschnitt 4:
 - die spezifische Lagerbelastung p ,
 - die Gleitgeschwindigkeit der Welle v .

hydrodynamische Schmierung nicht aufrechterhalten werden kann, z.B.:

- **Mangelschmierung**
In vielen Anwendungen muss das Lager mit einer geringeren als der optimalen Schmiermittelzufuhr betrieben werden, z. B. bei Spritzöl- oder Ölnebelschmierung. DP4 benötigt auch hier deutlich weniger Schmiermittel als konventionelle metallische Lager.
- **gering-schmierende Flüssigkeiten**
DP4 lässt sich zufriedenstellend in Verbindung mit Flüssigkeiten geringer Viskosität wie Wasser und verschiedenen Prozessmedien einsetzen.

wesentlich. Abb. 27, Seite 24 zeigt die drei Reibungszustände in einem Diagramm. Dargestellt werden Umfangsgeschwindigkeit, spezifische Lagerbelastung und Schmiermittel-Viskosität.

- Berechnen Sie anhand des in Tabelle 13 dargestellten Verhältnisses von Temperatur und Viskosität:
 - die Viskosität des Schmiermittels in Zentipoise.

Hinweis:

Die Viskosität ist abhängig von der Betriebstemperatur. Wenn die Betriebstemperatur der Flüssigkeit unbekannt ist, kann näherungsweise eine Temperatur angenommen werden, die 25 °C oberhalb der Umgebungstemperatur liegt.

5.4 Konstruktionshinweise

Temperatur [°C]	Dynamische Viskosität [cP]														
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Schmiermittel															
ISO VG 32	310	146	77	44	27	18	13	9,3	7,0	5,5	4,4	3,6	3,0	2,5	2,2
ISO VG 46	570	247	121	67	40	25	17	12	9,0	6,9	5,4	4,4	3,6	3,0	2,6
ISO VG 68	940	395	190	102	59	37	24	17	12	9,3	7,2	5,8	4,7	3,9	3,3
ISO VG 100	2110	780	335	164	89	52	33	22	15	11,3	8,6	6,7	5,3	4,3	3,6
ISO VG 150	3600	1290	540	255	134	77	48	31	21	15	11	8,8	7,0	5,6	4,6
Dieselmotoren	4,6	4,0	3,4	3,0	2,6	2,3	2,0	1,7	1,4	1,1	0,95				
Benzin	0,6	0,56	0,52	0,48	0,44	0,40	0,36	0,33	0,31						
Petroleum	2,0	1,7	1,5	1,3	1,1	0,95	0,85	0,75	0,65	0,60	0,55				
Wasser	1,79	1,30	1,0	0,84	0,69	0,55	0,48	0,41	0,34	0,32	0,28				

Tabelle 13: Dynamische Viskosität

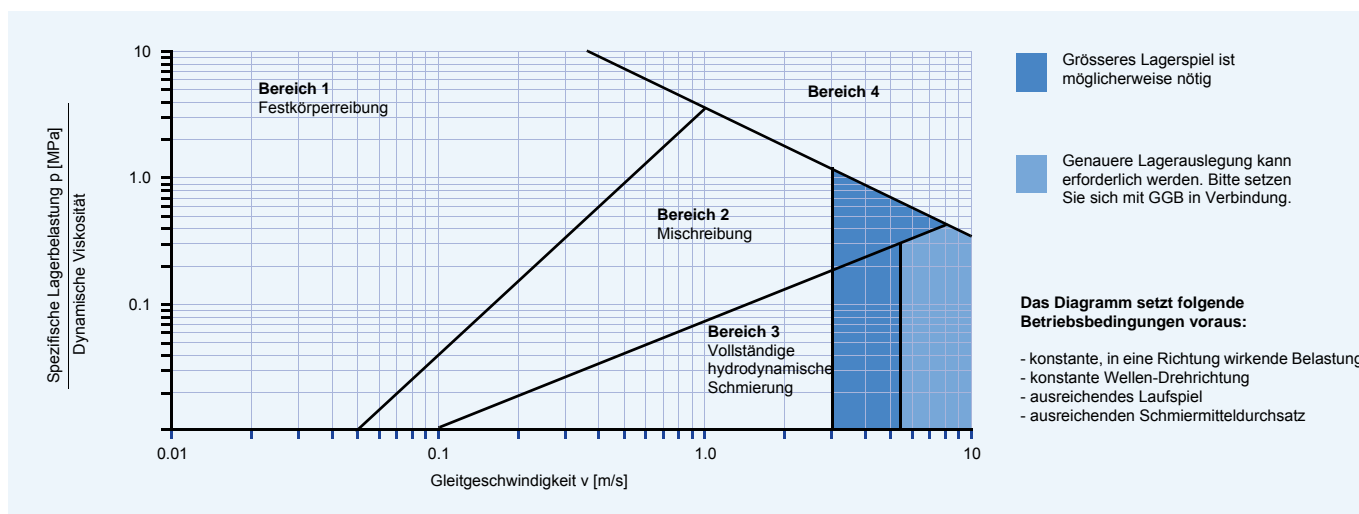


Abb. 27: Konstruktionshinweise für Anwendung unter Schmierung

Erläuterungen zu Abb. 27

Bereich 1

Das Lager läuft mit Festkörperreibung. Der pv-Faktor bestimmt die Lebensdauer. Die Lebensdauer von DP4-Lagern kann mit

der in Kapitel 5 angegebenen Methode berechnet werden.

Bereich 2

Das Lager arbeitet im Mischreibungsgebiet. Der pv-Faktor entscheidet nicht allein über die

Lebensdauer. Die Lebensdauer des DP4-Lagers hängt von der Art der Flüssigkeit und den Betriebsbedingungen ab.

Bereich 3

Das Lager arbeitet mit hydrodynamischer Schmierung. Der Lagerverschleiß wird allein von der Reinheit des Schmiermittels

und der Häufigkeit der An- und Auslaufvorgänge bestimmt.

Bereich 4

Dieser Bereich beschreibt die höchste Belastung. Das Lager wird entweder mit im Verhältnis zur Viskosität hoher Geschwindigkeit oder hoher Nennbelastung, bzw. einer Kombination aus beiden, betrieben.

Diese Bedingungen können folgendes auslösen:

- überhöhte Betriebstemperaturen und/oder
- hohen Verschleiß.

Durch die Anordnung einer oder mehrerer Schmiernuten im Lager und durch eine höhere Oberflächengüte der Welle von $R_a < 0,05 \mu\text{m}$ kann das Betriebsverhalten des Lagers verbessert werden.

5.5 Betriebsspiel

Die für normale Standard-DP4-Buchsen empfohlenen Wellen- und Gehäusedurchmesser ergeben für Anwendungen mit Festkörper-Reibung ein ausreichendes Betriebsspiel.

Für Lager, die im Bereich der Mischreibung oder hydrodynamisch betrieben

werden, kann es notwendig sein, den Schmiermitteldurchsatz im Lager zu verbessern, indem man den empfohlenen Wellendurchmesser um ca. 0,1 % verringert. Dies gilt besonders, wenn die Gleitgeschwindigkeit 2,5 m/s überschreitet.

5.6 Schmiernuten

Bei stark belasteten Lagern verbessern axiale Schmiernuten das Betriebsverhalten von DP4. Die untenstehende Abbildung zeigt eine empfohlene Ausführung der Nuten. Radien oder Fasen an den Ein- und Auslaufkanten der Nuten unterstützen den Aufbau des Schmierfilms. Für die meisten Einsatzfälle sind einfache Ölzufuhrbohrungen ausreichend. Durch Schmiernuten oder -taschen kann

die Verteilung des Schmierstoffes im Lager und damit der Schmierstoffdurchsatz erhöht werden. Für einen einwandfreien hydrodynamischen Betrieb muss für die Stoßfuge und die Ölzufuhrstelle eine Einbaulage vorgegeben werden. Dabei sind Last- und Drehrichtung zu berücksichtigen. Die möglichen Positionen sind aus Abb. 28 ersichtlich.

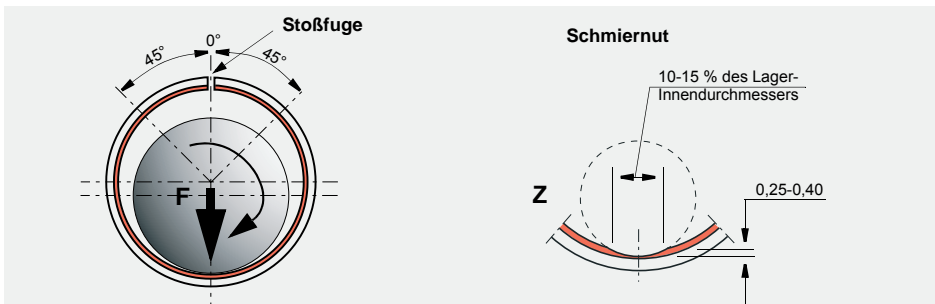


Abb. 28: Anordnung der Ölzufuhrstellen

5.7 Rauheit der Gegenlauffläche

- $R_a = 0,4 \pm 0,1 \mu\text{m}$ bei Festkörperreibung
- $R_a = 0,1 - 0,2 \mu\text{m}$ bei Mischreibung oder hydrodynamischer Schmierung
- $R_a \leq 0,05 \mu\text{m}$ für Höchstbelastung

5.8 Fettschmierung

Normalerweise wird eine Fettschmierung von DP4-Lagern nicht empfohlen. Folgendes muss hierbei beachtet werden:

- dynamische Belastung - verursacht Erosionsverschleiß in der Laufschrift
- Fette mit EP-Zusätzen oder Füllstoffen wie Graphit oder MoS_2 , - sie haben einen erhöhten Verschleiß zur Folge.

Bei Fettschmierung kann durch den Einsatz anderer GGB Metall-Polymer Lagerwerkstoffe wie z.B. DX[®], DX[®]10 with DuraStrong[™] technology, DS[™], HX[™] eine erhöhte Leistungsfähigkeit erzielt werden. Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an Ihren lokalen Vertriebspartner oder an www.ggbearings.com.

6 Lagereinbau

Abmessungen und Toleranzen

DP4-Buchsen sind endbearbeitet und müssen abgesehen von seltenen Ausnahmefällen nicht kalibriert, geräumt oder die Bohrung anderweitig verändert werden. Entscheidend ist, das korrekte Lagerspiel einzuhalten. Deshalb müssen die in den Maßstabellen angegebenen Toleranzklassen für Gehäuse und Wellen berücksichtigt werden. Beim Trockenlauf führt jede Vergrößerung des Spiels zu einer entsprechenden Verringerung der Lebensdauer.

Wenn sich das Lagergehäuse elastisch aufweitet, verändert sich das Lagerspiel.

Unter diesen Umständen sollte der Gehäusedurchmesser verringert oder der Wellendurchmesser vergrößert werden. Die korrekten Maße müssen ggf. durch Versuche ermittelt werden.

Wird Leichtlauf verlangt oder ist die Last klein (weniger als 0,1 MPa) und das zur Verfügung stehende Drehmoment gering, muss das Spiel vergrößert werden. Der in den Maßstabellen angegebene Wellendurchmesser sollte um 0,025 mm verringert werden.

6.1 Wärmeausdehnung

Für den Betrieb bei hohen Temperaturen sollte das Lagerspiel um die in Abb. 29 angegebenen Werte vergrößert werden,

da sich das Lagerspiel bei Erwärmung reduziert.

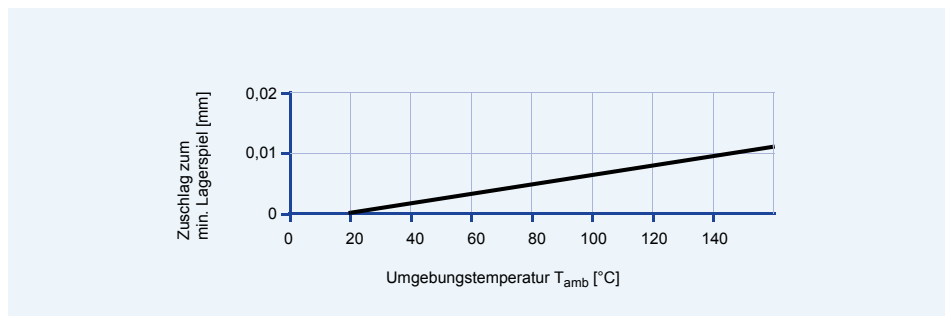


Abb. 29: Erhöhen des Lagerspiels

Wenn das Gehäuse aus Nichteisen-Metall besteht, sollte die Bohrung um die in Tabelle 14 angegebenen Werte verkleinert werden, um festen Lagersitz zu erreichen.

Zusätzlich sollte der Wellendurchmesser um das in Abb. 29 angegebene Maß verringert werden.

Gehäusematerial	Verkleinerung der Gehäusebohrung pro 100 °C	Verkleinerung des Wellendurchmessers pro 100 °C
Aluminiumlegierungen	0,1 %	0,1 % + Werte aus Abb. 29
Legierungen auf Kupferbasis	0,05 %	0,05 % + Werte aus Abb. 29
Stahl und Grauguss	–	Werte aus Abb. 29
Legierungen auf Zinkbasis	0,15 %	0,15 % + Werte aus Abb. 29

Tabelle 14: Wärmeausdehnung

6.2 Toleranzen für Kleinstspiele

Wenn ein minimales Betriebsspiel erzielt werden soll, können engere Toleranzen für

die Welle und das Gehäuse festgelegt werden.

Wenn z.B. der Gehäusedurchmesser mit H6 gefertigt ist, sollten die Wellendurchmesser mit den folgenden Toleranzen hergestellt werden.

D_i	D_j
>5 mm <25 mm	-0,019 bis -0,029
>25 mm <50 mm	-0,021 bis -0,035

Tabelle 15: Toleranzen für Wellen in H6 Gehäusen

Aus Tabelle 16 sind die jeweiligen Nenneinbauspiele zu entnehmen.

D_i	C_D
10 mm	0,009 bis 0,080
50 mm	0,011 bis 0,134

Tabelle 16: Nenneinbauspiele

Kalibrieren

Durch das Kalibrieren der Bohrung eines eingebauten DP4-Lagers kann ein geringeres Betriebsspiel erzielt werden. Abb. 30 zeigt einen empfohlenen Kalibrierdorn zum Kalibrieren von DP4-Buchsen.

Die Kalibrierfläche des Kalibrierdorns muss einsatzgehärtet (Einsatztiefe 0,6-1,2 mm, HRC 60±2) und mit Diamantpaste poliert sein ($R_z \approx 1 \mu\text{m}$). Eine Oberflächenbehandlung mit TiN verbessert die Verschleißfestigkeit des Kalibrierdorns und macht wenn sie fehlt, den Verschleiß des Kalibrierdorns sichtbar.

Hinweis: Kalibrierung mit kugelförmigen Werkzeugen oder Feinbohren von DP4-Buchsen ist nicht zu empfehlen.

Innen- \varnothing der Buchse nach dem Einpressen	Angestrebter Innen- \varnothing	Erforderlicher Kalibrierdorn- \varnothing D_C
$D_{i,a}$	$D_{i,a} + 0,025$	$D_{i,a} + 0,06$
$D_{i,a}$	$D_{i,a} + 0,038$	$D_{i,a} + 0,08$
$D_{i,a}$	$D_{i,a} + 0,050$	$D_{i,a} + 0,1$

Tabelle 17: Maße für Kalibrierdorn

Die in Tabelle 17 angegebenen Kalibrierdorn-Maße sind erforderlich, um den Lager-Innendurchmesser auf den angestrebten Innendurchmesser zu weiten.

Die genauen Kalibrierdorn Durchmesser müssen durch Versuche ermittelt werden.

Die Verringerung der Lagerlebensdauer durch das Kalibrieren wird bei der Berechnung der Lebensdauer durch den Korrekturfaktor a_C berücksichtigt (Tab. 12, Seite 18). Der Kalibrierdruck, der auf Lager und Baugruppe ausgeübt werden kann, sollte durch Versuche ermittelt werden.

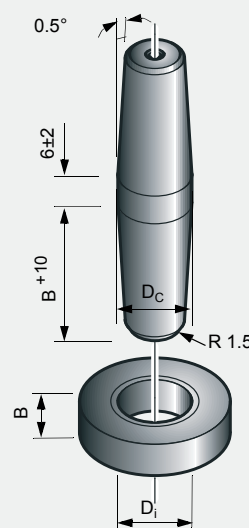


Abb. 30: Kalibrierdorn

6.3 Gestaltung der Gegenfläche

Die Eignung der Gegenwerkstoffe und Empfehlungen zur Oberflächengüte der Gegenfläche wurde detailliert auf Seite 16 behandelt.

DP4 wird normalerweise in Verbindung mit Wellen und Druckflächen aus Eisenmetallen eingesetzt. Doch in feuchter oder korrosiver Umgebung, und besonders beim Einsatz ohne Öl oder Fett, kommen rostfreier Stahl, hartverchromter Stahl, oder harteloxiertes Aluminium zum Einsatz. Wenn beschichtete Gegenflächen eingesetzt werden, muss die Beschichtung ausreichend fest und sicher mit dem Trägermaterial verbunden sein. Dies gilt

besonders, wenn das Lager hohe wechselnde Lasten aufnehmen soll.

Die Welle oder Druckfläche, die als Gegenfläche für die DP4-Buchse oder -Anlaufscheibe auftritt, muss über den Lagerwerkstoff hinausragen, so dass sie nicht hineinschneiden kann. Ebenfalls sollte sie keine Nuten oder Einstiche aufweisen. Das Wellenende sollte mit einer Einführfase versehen werden. Alle scharfen Kanten oder Erhebungen, die die weiche Laufschiene des DP4-Lagers verletzen könnten, müssen entfernt werden.

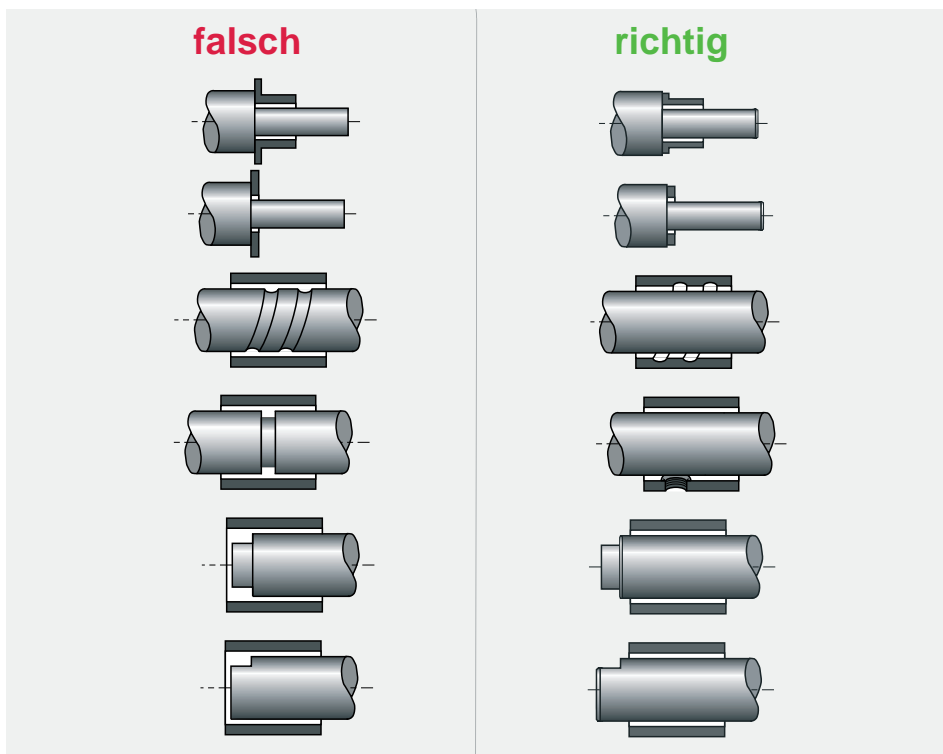


Abb. 31: Gestaltung der Gegenfläche

6.4 Lagereinbau

Einpressen von zylindrischen Buchsen

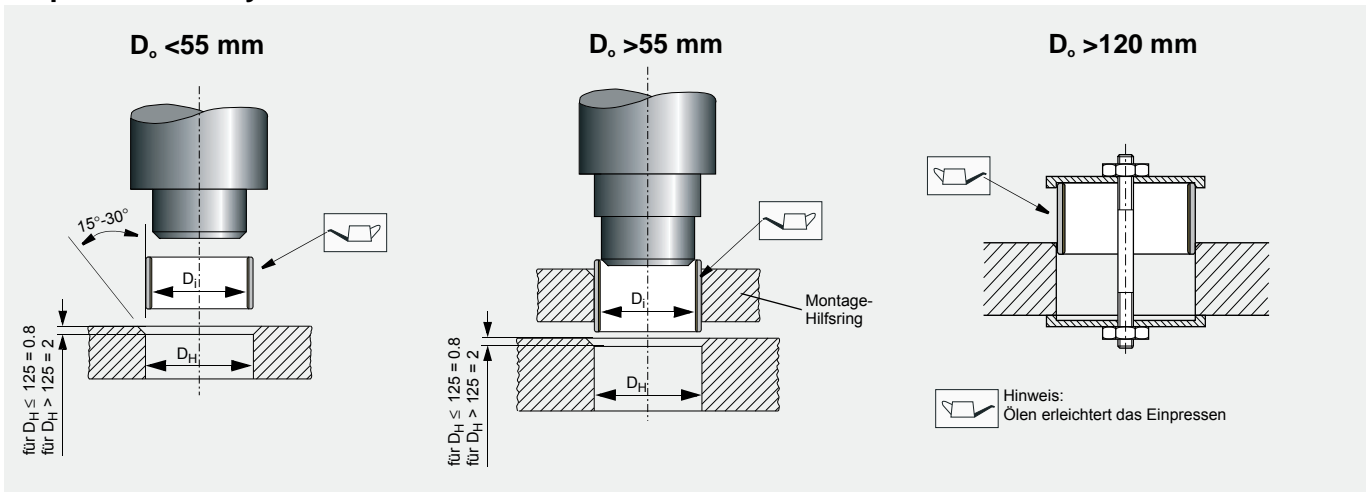


Abb. 32: Einpressen von zylindrischen Buchsen

Einpressen von Bundbuchsen

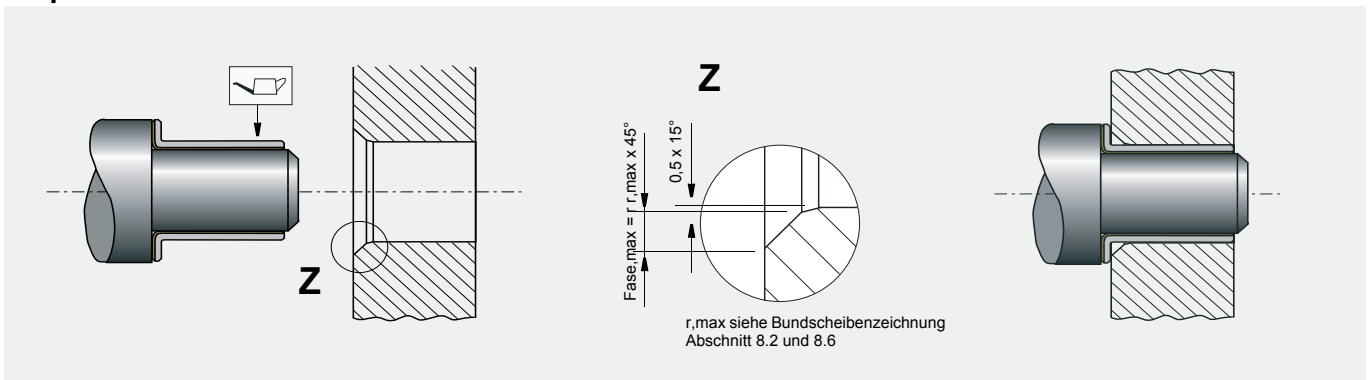


Abb. 33: Einpressen von Bundbuchsen

Einpresskräfte

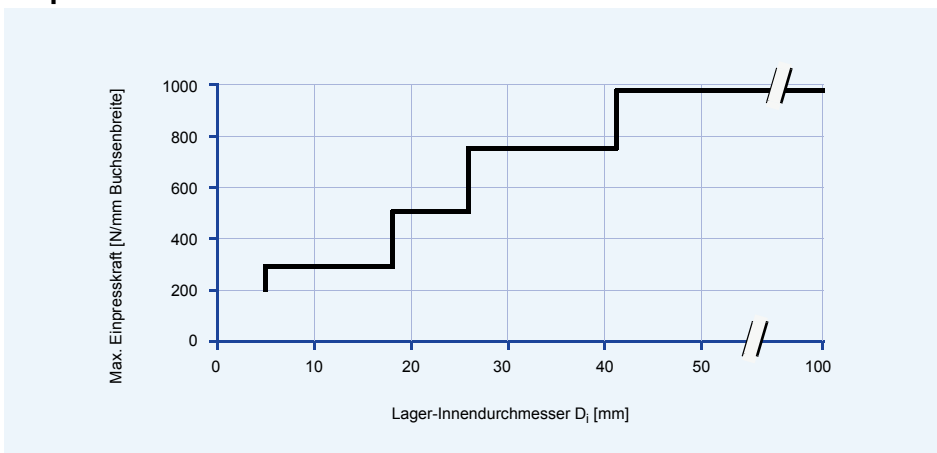


Abb. 34: Maximale Einpresskraft F_i

Fluchtung

Eine genaue Fluchtung ist eine wichtige Voraussetzung für jede Lagerung. Bei DP4-Radialgleitlagern sollten Fluchtungsfehler über die gesamte Breite einer

Buchse (bzw. eines Buchsenpaares), oder bei einer Anlaufscheibe über den gesamten Durchmesser, nicht größer sein als 0,020 mm (siehe Abb. 35).

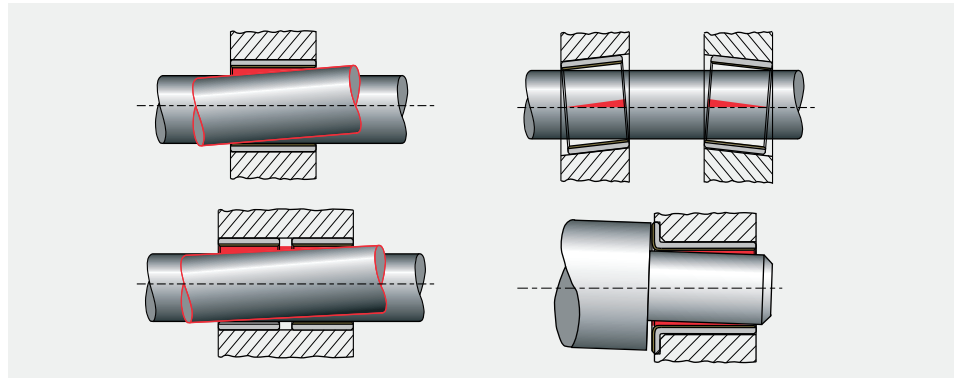


Abb. 35: Fluchtung

Abdichten von Lagerstellen

DP4-Lager verkraften das Eindringen verschmutzender Materialien durchaus ohne nennenswerte Verkürzung der Lebensdauer. Wenn jedoch die

Möglichkeit besteht, dass hochgradig abrasive Materialien eindringen, sollte eine geeignete Dichtung vorgesehen werden (siehe Abb. 36).

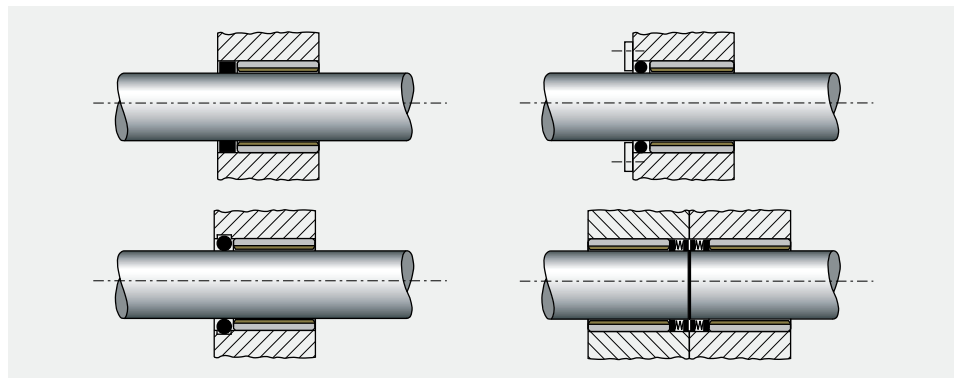


Abb. 36: Abdichten von Lagerstellen

6.5 Axialführung

Wenn eine Axialführung notwendig ist, sollten DP4-Anlaufscheiben zusammen

mit DP4-Buchsen eingesetzt werden, auch wenn die axiale Belastung gering ist.

Einbau von Anlaufscheiben

DP4-Anlaufscheiben sollten in eine Eindrehung montiert werden (Abb. 37). Der Durchmesser der Eindrehung sollte 0,1-0,15 mm größer sein als der Durchmesser der Anlaufscheibe. Die Tiefe sollte sich nach den Angaben in den Produkttabellen richten.

Wenn ein Einbau mit Eindrehung nicht möglich ist, kann eine der folgenden Einbaumethoden angewendet werden:

- zwei Haltestifte
- zwei Schrauben
- Verkleben
- Weichlöten
Löttemperatur <320 °C

Wichtige Hinweise

- Sicherstellen, dass der Innendurchmesser der Anlaufscheibe die Welle nach dem Einbau nicht berührt.
- Sicherstellen, dass die Anlaufscheibe mit dem Stahl-/Bronzerücken am Gehäuse anliegt.
- Haltestifte 0,25 mm tiefer als die Laufschriftfläche einbauen.
- Schrauben 0,25 mm tiefer als die Laufschriftfläche versenken.
- DP4-Lager nicht über 320 °C erwärmen.
- Zur Auswahl geeigneter Kleber mit Kleberherstellern in Verbindung setzen.
- Lageroberfläche vor Kontakt mit Kleber schützen.

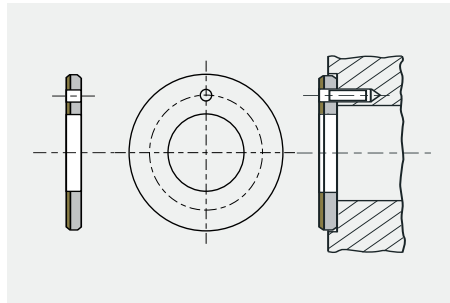


Abb. 37: Einbau von Anlaufscheiben

Reinigungsritze

Bei spezifischen Belastungen über 35 MPa bringen Anlaufscheiben mit vier Reinigungsritze optimale Ergebnisse bei Trockenlauf.

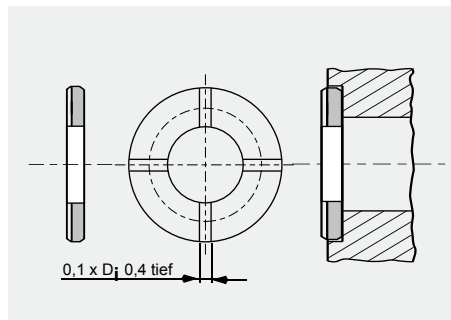


Abb. 38: Reinigungsritze

Gleitstreifen

DP4-Bandmaterial, das als Gleitstreifen eingesetzt wird, sollte wie folgt befestigt werden:

- mit Senkschrauben
- mit Industrieklebern
- durch Formschluss (siehe Abb. 39).

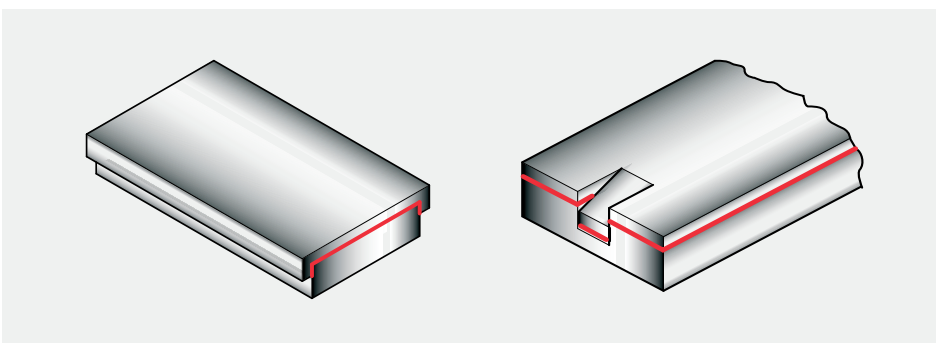


Abb. 39: Formschlüssige Befestigung von DP4-Gleitstreifen

7 Bearbeitung

7.1 Spanende/nicht-spanende Bearbeitung

Beim Bearbeiten von DP4-Lagern müssen keine besonderen Vorschriften eingehalten werden. Um Gratbildung zu vermeiden, wird das Lager von der PTFE-Seite aus bearbeitet. Wird es von der

Stahlseite aus bearbeitet, sollte der Schnittdruck minimal sein. Stahl- oder Bronzepartikel, die in das verbleibende Lagermaterial ragen, sowie alle Grate müssen entfernt werden.

Bohren von Ölzufuhrstellen

Buchsen müssen beim Bohren am Innendurchmesser ausreichend abgestützt

werden, damit sie sich nicht durch den Bohrdruck verformen.

Streifen schneiden

DP4-Streifen können mit jedem der nachfolgenden Verfahren hergestellt werden:

- Fräsen, sofern der Streifen flach und sicher gehalten wird
- Stanzen
- Schneiden mit Tafel- oder Schlagschere

- Wasserstrahlschneiden
- Laserschneiden (siehe Warnung vor Gesundheitsgefährdung)

In allen Fällen muss darauf geachtet werden, dass die Laufschrift nicht beschädigt wird und die Streifen nicht deformiert werden.

7.2 Galvanische Oberflächenbehandlung

DP4-Bauteile

Um einen entsprechenden Schutz in leicht korrosiver Umgebung zu gewährleisten, wird auf den Stahlrücken und die Stirnflächen von Standard DP4 Lagern eine dünne Zinn-Schicht aufgetragen.

DP4-Lager können mit den meisten der gängigen Galvanikmetalle überzogen werden, darunter auch:

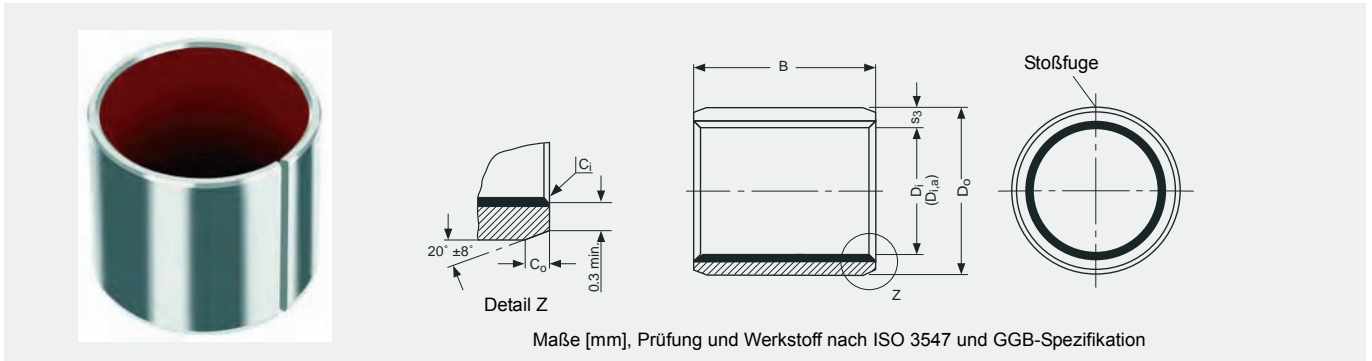
- Zink ISO 2081
- Nickel ISO 1456
- Hartverchromung ISO 1456.

Bei härteren Materialien, wenn die galvanische Schichtdicke 5 µm übersteigt, muss der Gehäusedurchmesser um die zweifache galvanische Schichtdicke vergrößert werden. Dadurch bleibt der korrekte Innendurchmesser der Buchse nach dem Einbau erhalten.

Falls mit elektrolytischen Angriffen zu rechnen ist, sollten Versuche durchgeführt werden um sicherzustellen, dass alle Materialien in der Lagerumgebung gegenseitig unempfindlich sind.

8 Standardteile

8.1 DP4 Zylindrische Buchsen



Maße [mm], Prüfung und Werkstoff nach ISO 3547 und GGB-Spezifikation

Alle Abmessungen in mm

Außenfasen C_o und Innenfasen C_i

Wanddicke s ₃	C _o (a)		C _i (b)	Wanddicke s ₃	C _o (a)		C _i (b)
	bearbeitet	gerollt			bearbeitet	gerollt	
0.75	0.5 ± 0.3	0.5 ± 0.3	-0.1 to -0.4	2	1.2 ± 0.4	1.0 ± 0.4	-0.1 to -0.7
1	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.5	2.5	1.8 ± 0.6	1.2 ± 0.4	-0.2 to -1.0
1.5	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.7				

a = Fase C_o nach Ermessen des Herstellers bearbeitet oder gerollt

b = C_i kann Radius oder Fase sein, in Übereinstimmung mit ISO 13715

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s ₃	Breite B	Wellen-Ø D _J [h6, f7, h8]		Gehäuse-Ø D _H [H6, H7]		Buchsen-Ø D _{i,a} eingebaut in H6/H7 Gehäuse	Lagerspiel C _D						
	D _i	D _O			max. min.	max. min.	max. min.	max. min.		max. min.	max. min.					
0203DP4	2	3.5	0.750 0.730	3.25	h6	2.000 1.994	H6	3.508 3.500	2.048 2.000	0.054 0.000						
0205DP4				4.75												
0303DP4	3	4.5		3.25							h6	3.000 2.994	H6	4.508 4.500	3.048 3.000	0.056 0.000
0305DP4				4.75												
0306DP4				6.25												
0403DP4	4	5.5		3.25							h6	4.000 3.992	H6	5.508 5.500	4.048 4.000	0.077 0.000
0404DP4				4.25												
0406DP4				3.75												
0410DP4				6.25												
0410DP4				5.75												
0505DP4	5	7		5.25							h6	4.990 4.978	H6	7.015 7.000	5.055 4.990	0.083 0.003
0508DP4				4.75												
0510DP4			8.25													
0510DP4			7.75													
0604DP4	6	8	4.25	f7	5.990 5.978	H7	8.015 8.000	6.055 5.990	0.083 0.003							
0606DP4			3.75													
0608DP4			6.25													
0610DP4			5.75													
0610DP4			7.75													
0705DP4	7	9	5.25	h6	6.987 6.972	H6	9.015 9.000	7.055 6.990	0.083 0.003							
0710DP4			4.75													
0710DP4			10.25													
0710DP4			9.75													

8 Standardteile

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s ₃	Breite B	Wellen-Ø D _J [h6, f7, h8]		Gehäuse-Ø D _H [H6, H7]		Buchsen-Ø D _{i,a} eingebaut in H6/H7 Gehäuse	Lagerspiel C _D		
	D _i	D _o			max. min.	max. min.	max. min.	max. min.			max. min.	max. min.
0806DP4	8	10	1.005 0.980	6.25	7.987	7.972	10.015	10.000	8.055	0.083		
0808DP4				5.75							7.75	7.990
0810DP4				8.25							9.75	
0812DP4				7.75							9.75	
1006DP4	10	12		6.25	9.987	9.972	12.018	12.000	10.058	0.086		
1008DP4				5.75							9.75	9.990
1010DP4				8.25							11.75	
1012DP4				7.75							11.75	
1015DP4				10.25							14.75	
1020DP4				9.75							14.75	
1208DP4	12	14		8.25	11.984	11.966	14.018	14.000	12.058	0.092		
1210DP4				7.75							9.75	11.990
1212DP4				10.25							11.75	
1215DP4				9.75							11.75	
1220DP4				12.25							14.75	
1225DP4				11.75							14.75	
1310DP4	13	15		10.25	12.984	12.966	15.018	15.000	13.058	0.095		
1320DP4			9.75	12.966							12.990	
1405DP4	14	16	5.25	13.984	13.966	16.018	16.000	14.058	0.092			
1410DP4			4.75							9.75	13.990	
1412DP4			10.25							11.75		
1415DP4			9.75							11.75		
1420DP4			12.25							14.75		
1425DP4			11.75							14.75		
1510DP4	15	17	10.25	14.984	14.966	17.018	17.000	15.058	0.095			
1512DP4			9.75							14.966	15.058	
1515DP4			12.25							14.75		
1520DP4			11.75							14.75		
1525DP4			15.25							19.75		
1610DP4			14.75							19.75		
1612DP4	20.25	24.75										
1615DP4	16	18	10.25	15.984	15.966	18.018	18.000	16.058	0.095			
1620DP4			9.75							15.966	16.058	
1625DP4			12.25							14.75		
1720DP4			11.75							14.75		
	17	19	20.25	16.984	16.966	19.021	19.000	17.061	0.095			
			19.75							16.966	16.990	

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s ₃	Breite B	Wellen-Ø D _J [h6, f7, h8]	Gehäuse-Ø D _H [H6, H7]	Buchsen-Ø D _{I,a} eingebaut in H6/H7 Gehäuse	Lagerspiel C _D
	D _I	D _O						
1810DP4	18	20	1.005 0.980	10.25	17.984 17.966	20.021 20.000	18.061 17.990	0.095 0.006
1815DP4				9.75				
1820DP4				15.25 14.75				
1825DP4				20.25 19.75				
2010DP4	20	23	1.505 1.475	25.25	19.980 19.959	23.021 23.000	20.071 19.990	0.112 0.010
2015DP4				24.75				
2020DP4				10.25 9.75				
2025DP4				15.25 14.75				
2030DP4				20.25 19.75				
2215DP4	22	25	1.505 1.475	25.25	21.980 21.959	25.021 25.000	22.071 21.990	0.112 0.010
2220DP4				24.75				
2225DP4				30.25 29.75				
2230DP4				15.25 14.75				
2415DP4	24	27	1.505 1.475	20.25	23.980 23.959	27.021 27.000	24.071 23.990	0.112 0.010
2420DP4				19.75				
2425DP4				25.25 24.75				
2430DP4				30.25 29.75				
2515DP4				15.25 14.75				
2520DP4	25	28	1.505 1.475	20.25	24.980 24.959	28.021 28.000	25.071 24.990	0.112 0.010
2525DP4				19.75				
2530DP4				25.25 24.75				
2550DP4				30.25 29.75				
2550DP4				50.25 49.75				
2815DP4	28	32	1.505 1.475	15.25	27.980 27.959	32.025 32.000	28.085 27.990	0.112 0.010
2820DP4				14.75				
2825DP4				20.25 19.75				
2830DP4				25.25 24.75				
3010DP4				30.25 29.75				
3015DP4	30	34	2.005 1.970	10.25	29.980 29.959	34.025 34.000	30.085 29.990	0.126 0.010
3015DP4				9.75				
3020DP4				15.25 14.75				
3025DP4				20.25 19.75				
3030DP4				25.25 24.75				
3040DP4				30.25 29.75				
3220DP4	32	36	2.005 1.970	40.25	31.975 31.950	36.025 36.000	32.085 31.990	0.135 0.015
3220DP4				39.75				
3230DP4				20.25 19.75				
3240DP4				30.25 29.75				
3240DP4				40.25 39.75				

8 Standardteile

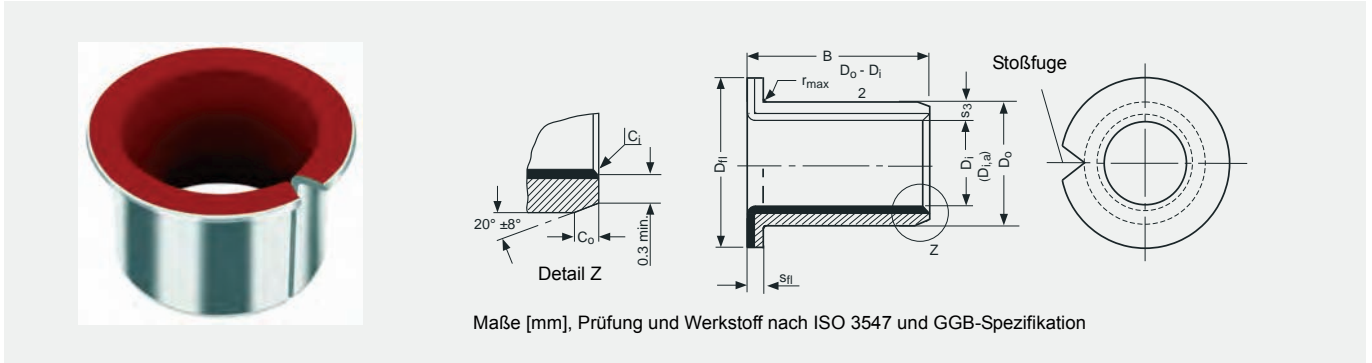
Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s ₃	Breite B	Wellen-Ø D _J [h6, f7, h8]		Gehäuse-Ø D _H [H6, H7]		Buchsen-Ø D _{i,a} eingebaut in H6/H7 Gehäuse	Lagerspiel C _D			
	D _i	D _o			max. min.	max. min.	max. min.	max. min.			max. min.	max. min.	
3520DP4	35	39	2.005 1.970	20.25	34.975 34.950	36.975 36.950	39.025 39.000	35.085 34.990	0.135 0.015				
3530DP4				19.75									
3535DP4				30.25									
3540DP4				29.75									
3550DP4				35.25									
3720DP4	37	41		34.75						36.975 36.950	41.025 41.000	37.085 36.990	0.135 0.015
4020DP4				40.25									
4030DP4	40	44		39.75						39.975 39.950	44.025 44.000	40.085 39.990	0.135 0.015
4040DP4				20.25									
4050DP4				19.75									
4520DP4			30.25										
4530DP4			29.75										
4540DP4	45	50	40.25	44.975 44.950	50.025 50.000	45.105 44.990	0.155 0.015						
4545DP4			39.75										
4550DP4			45.25										
5020DP4			44.75										
5030DP4			50.25										
5040DP4	50	55	49.75	49.975 49.950	55.030 55.000	50.110 49.990	0.160 0.015						
5050DP4			20.25										
5060DP4			19.75										
5520DP4			30.25										
5525DP4			29.75										
5530DP4	55	60	40.25	54.970 54.940	60.030 60.000	55.110 54.990	0.170 0.020						
5540DP4			39.75										
5550DP4			50.25										
5555DP4			49.75										
5560DP4			55.25										
6020DP4			54.75										
6030DP4			60.25										
6040DP4			59.75										
6050DP4	60	65	20.25	59.970 59.940	65.030 65.000	60.110 59.990	0.170 0.020						
6060DP4			19.75										
6070DP4			30.25										
			29.75										
			40.25										

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s ₃	Breite B	Wellen-Ø D _J [h6, f7, h8]	Gehäuse-Ø D _H [H6, H7]	Buchsen-Ø D _{I,a} eingebaut in H6/H7 Gehäuse	Lagerspiel C _D			
	D _I	D _O							max. min.	max. min.	max. min.
6530DP4	65	70	2.505 2.460	30.25	f7	64.970 64.940	70.030 70.000	0.170 0.020			
6550DP4				29.75							
6570DP4				50.25 49.75							
7040DP4	70	75		40.25		69.970 69.940	75.030 75.000				
7050DP4				39.75							
7070DP4				50.25 49.75							
7560DP4	75	80		70.25		74.970 74.940	80.030 80.000				
7580DP4				69.75							
				60.25 59.75							
8040DP4	80	85		2.490 2.440		40.50	H7		80.000 79.954	85.035 85.000	0.201 0.020
8060DP4						39.50					
8080DP4						60.50					
80100DP4			59.50								
8530DP4	85	90	80.50		85.000 84.946	90.035 90.000					
8560DP4			79.50								
85100DP4			100.50 99.50								
9060DP4	90	95	60.50		90.000 89.946	95.035 95.000					
90100DP4			59.50								
9560DP4			100.50 99.50								
95100DP4	95	100	60.50		95.000 94.946	100.035 100.000					
10050DP4			59.50								
10060DP4			100.50 99.50								
100115DP4	100	105	50.50	h8	100.000 99.946	105.035 105.000	0.209 0.020				
10560DP4			49.50								
105115DP4			60.50								
11060DP4	105	110	59.50	105.000 104.946	110.035 110.000						
110115DP4			115.50								
			114.50								
11550DP4	110	115	60.50	110.000 109.946	115.035 115.000						
11570DP4			59.50								
12050DP4			115.50 114.50								
12060DP4	115	120	50.50	115.000 114.946	120.035 120.000						
120100DP4			49.50								
125100DP4			70.50								
13060DP4	120	125	69.50	120.000 119.946	125.040 125.000						
130100DP4			50.50								
			49.50								
13060DP4	120	125	60.50	120.000 119.946	125.040 125.000						
130100DP4			59.50								
			100.50 99.50								
125100DP4	125	130	2.465 2.415	100.50	125.000 124.937	130.040 130.000	0.264 0.070				
13060DP4				99.50							
130100DP4				60.50							
13060DP4	130	135		59.50	130.000 129.937	135.040 135.000					
130100DP4				100.50							
				99.50							

8 Standardteile

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s_3	Breite B	Wellen- \varnothing D_J [h6, f7, h8]		Gehäuse- \varnothing D_H [H6, H7]		Buchsen- \varnothing $D_{i,a}$ eingebaut in H6/H7 Gehäuse	Lagerspiel C_D			
	D_i	D_o			max. min.	max. min.	max. min.	max. min.					
13560DP4	135	140	2.465 2.415	60.50	h8	135.000 134.937	H7	140.040 140.000	135.210 135.070	0.273 0.070			
13580DP4				59.50							80.50	79.50	
14060DP4	140	145		60.50		140.000 139.937		145.040 145.000	140.210 140.070				
140100DP4				59.50							100.50	99.50	
15060DP4	150	155		60.50		150.000 149.937		155.040 155.000	150.210 150.070				
15080DP4				59.50							80.50	79.50	
150100DP4				100.50							99.50		
16080DP4	160	165		80.50		160.000 159.937		165.040 165.000	160.210 160.070				
160100DP4				79.50							100.50	99.50	
180100DP4	180	185		100.50 99.50		180.000		h8	H7		185.046	180.216	0.279
200100DP4	200	205				179.937					185.000	180.070	0.070
						200.000					205.046	200.216	
210100DP4	210	215				199.928					205.000	200.070	0.288
						210.000					215.046	210.216	
220100DP4	220	225				209.928					215.000	210.070	0.070
						220.000					225.046	220.216	
250100DP4	250	255	219.928		225.000	220.070	0.294						
			250.000		255.052	250.222							
300100DP4	300	305	249.928		255.000	250.070	0.070						
			300.000	305.052	300.222								
			299.919	305.000	300.070	0.303							
						0.070							

8.2 DP4 Bundbuchsen



Alle Abmessungen in mm

Außenfasen C_o und Innenfasen C_i

Wanddicke s_3	C_o (a)		C_i (b)	Wanddicke s_3	C_o (a)		C_i (b)
	bearbeitet	gerollt			bearbeitet	gerollt	
0.75	0.5 ± 0.3	0.5 ± 0.3	-0.1 to -0.4	2	1.2 ± 0.4	1.0 ± 0.4	-0.1 to -0.7
1	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.5	2.5	1.8 ± 0.6	1.2 ± 0.4	-0.2 to -1.0
1.5	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.7				

a = Fase C_o nach Ermessen des Herstellers bearbeitet oder gerollt

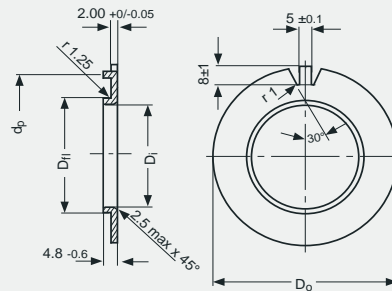
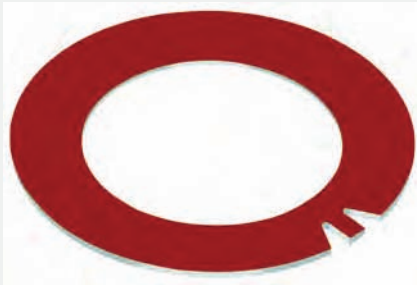
b = C_i kann Radius oder Fase sein, in Übereinstimmung mit ISO 13715

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s_3	Bunddicke s_{ij}	Bund- \varnothing D_{ij}	Breite B	Wellen- \varnothing D_j [h6, f7]		Gehäuse- \varnothing D_H [H6, H7]		Buchsen- \varnothing $D_{i,a}$ eingebaut in H6/H7 Gehäuse	Lagerspiel C_D
	D_i	D_o					max. min.	max. min.	max. min.	max. min.		
BB0304DP4	3	4,5	0.750 0.730	0.80 0.70	7.5	4,25	h6	3.000	H6	4.508	3.048	0.054
BB0404DP4	4	5,5			6.5	3,75		2.994		4.500	3.000	0.000
BB0505DP4	5	7	1.005 0.980	1.05 0.80	9.5	4,25	f7	4.000	H7	5.508	4.048	0.056
BB0604DP4	6	8			8.5	3,75		3.992		5.500	4.000	0.000
BB0608DP4					10.5	5,25		4.990		7.015	5.055	0.077 0.000
BB0806DP4	8	10			9.5	4,75		4.978		7.000	4.990	
BB0808DP4					12.5	4,25		7.987 7.972		10.015 10.000	8.055 7.990	0.083 0.003
BB0810DP4					11.5	8,25						
BB1007DP4					7.75	5.75						
BB1009DP4	7.25	7.987										
BB1012DP4	10	12			15.5	7,25		9.987 9.972		12.018 12.000	10.058 9.990	0.086 0.003
BB1017DP4					14.5	7.25						
BB1207DP4			9.75	7.25								
BB1209DP4			9.25	7.25								
BB1212DP4	12	14	18.5	8,75	11.984 11.966	14.018 14.000	12.058 11.990	0.092 0.006				
BB1217DP4			17.5	8.75								
			17.25	9.25								
			16.75	8.75								

8 Standardteile

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wand- dicke s_3	Bund- dicke s_{fl}	Bund- \varnothing D_{fl}	Breite B	Wellen- \varnothing D_j [h6, f7]	Gehäuse- \varnothing D_{i1} [H6, H7]	Buchsen- \varnothing D_{i2} eingebaut in H6/H7 Gehäuse	Lager- spiel C_D		
	D_i	D_o	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.		
BB1412DP4	14	16	1.005 0.980	1.05 0.80	22.5 21.5	12.25	13.984 13.966	16.018 16.000	14.058 13.990	0.092 0.006		
BB1417DP4						11.75						
BB1509DP4	15	17			23.5 22.5	9.25	14.984 14.966				17.018 17.000	15.058 14.990
BB1512DP4						8.75						
BB1517DP4					12.25							
BB1612DP4					11.75							
BB1617DP4					17.25							
BB1812DP4	16	18			24.5 23.5	12.25	15.984 15.966				18.018 18.000	16.058 15.990
BB1817DP4						11.75						
BB1822DP4						17.25						
BB2012DP4	18	20			26.5 25.5	12.25	17.984 17.966				20.021 20.000	18.061 17.990
BB2017DP4						11.75						
BB2022DP4			17.25									
BB2512DP4			21.75									
BB2016DP4	20	23	1.505 1.475	1.60 1.30	30.5 29.5	11.75	19.980 19.959	23.021 23.000	20.071 19.990	0.112 0.010		
BB2017DP4						11.25						
BB2022DP4					16.75							
BB2512DP4					16.25							
BB2517DP4					21.75							
BB2522DP4	21.25											
BB3016DP4	25	28			35.5 34.5	11.75	24.980 24.959	28.021 28.000			25.071 24.990	
BB3016DP4						11.25						
BB3026DP4						21.75						
BB3016DP4	30	34			2.005 1.970	2.10 1.80	42.5 41.5	16.25			29.980 29.959	34.025 34.000
BB3026DP4			15.75									
BB3516DP4			35	39			47.5 46.5	16.25	34.975 34.950	39.025 39.000		
BB3516DP4	15.75											
BB4016DP4	26.25											
BB4026DP4	40	44	53.5 52.5	25.75			39.975 39.950	44.025 44.000	40.085 39.990			
BB4016DP4				16.25								
BB4026DP4				15.75								
BB4516DP4	45	50	2.505 2.460	2.60 2.30	58.5 57.5	16.25	44.975 44.950	50.025 50.000	45.105 44.990	0.155 0.015		
BB4516DP4						15.75						
BB4526DP4					26.25							
BB4526DP4	25.75											

8.3 DP4 Bundscheiben



Alle Abmessungen in mm

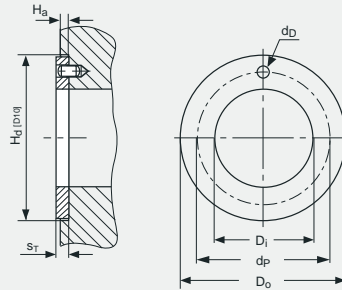
Bestell-Nr.	Innen- \varnothing D_i	Außen- \varnothing D_o	Bund- \varnothing D_n	Lochkreis- \varnothing d_p
	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.
BS40DP4	40,70 40,20	75,0 74,5	44,00 43,90	65,5 64,5
BS50DP4	51,50 51,00	85,0 84,5	55,00 54,88	75,5 74,5
BS60DP4	61,50 61,00	95,0 94,5	65,00 64,88	85,5 84,5
BS70DP4	71,50 71,00	110,0 109,5	75,00 74,88	100,5 99,5
BS80DP4	81,50 81,00	120,0 119,5	85,00 84,86	110,5 109,5
BS90DP4	91,50 91,00	130,0 129,5	95,00 94,86	120,5 119,5
BS100DP4	101,50 101,00	140,0 139,5	105,00 104,86	130,5 129,5

Korrosionsschutz: Die Bundscheiben werden in leicht geöltem Zustand ausgeliefert.

Klemmfeder: Die Bundscheiben werden in ungeformtem Zustand (flach) ausgeliefert. Nur auf besonderen Kundenwunsch wird die Klemmfeder vorgeformt.

8 Standardteile

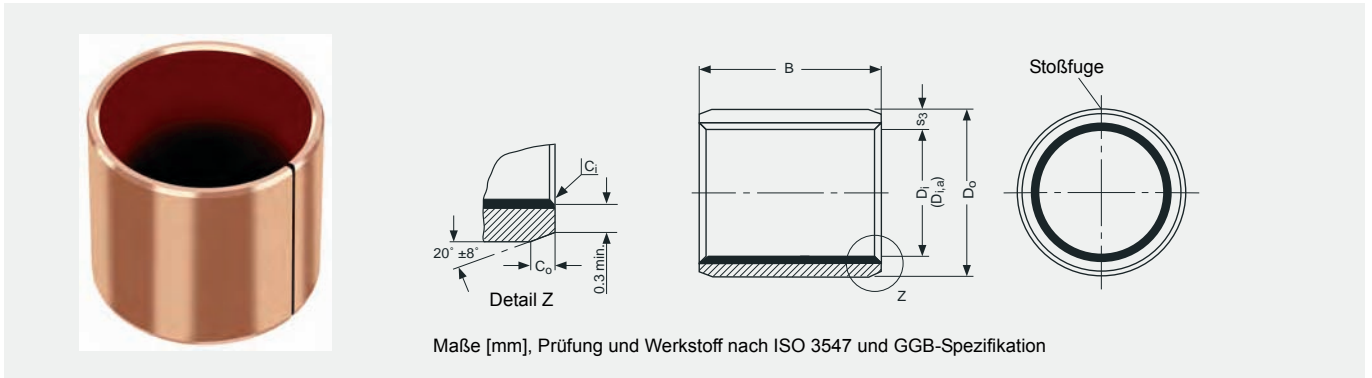
8.4 DP4 Anlaufscheiben



Alle Abmessungen in mm

Bestell-Nr.	Innen- \varnothing D_i		Außen- \varnothing D_o	Dicke s_T	Stiftloch		Eindrehtiefe H_a
	min.	max.	max. min.		$\varnothing d_D$	PCD- $\varnothing d_P$	
WC08DP4	10,00	10,25	20,00 19,75	1,50 1,45	kein Loch	kein Loch	1,20 0,95
WC10DP4	12,00	12,25	24,00 23,75		1,875 1,625	18,12 17,88	
WC12DP4	14,00	14,25	26,00 25,75		2,375 2,125	20,12 19,88	
WC14DP4	16,00	16,25	30,00 29,75			22,12 21,88	
WC16DP4	18,00	18,25	32,00 31,75		3,375 3,125	25,12 24,88	
WC18DP4	20,00	20,25	36,00 35,75			28,12 27,88	
WC20DP4	22,00	22,25	38,00 37,75		4,375 4,125	30,12 29,88	
WC22DP4	24,00	24,25	42,00 41,75			33,12 32,88	
WC24DP4	26,00	26,25	44,00 43,75		61,12 60,88	35,12 34,88	
WC25DP4	28,00	28,25	48,00 47,75			38,12 37,88	
WC30DP4	32,00	32,25	54,00 53,75		1,70 1,45	43,12 42,88	
WC35DP4	38,00	38,25	62,00 61,75			50,12 49,88	
WC40DP4	42,00	42,25	66,00 65,75		76,12 75,88	54,12 53,88	
WC45DP4	48,00	48,25	74,00 73,75			61,12 60,88	
WC50DP4	52,00	52,25	78,00 77,75		65,12 64,88		
WC60DP4	62,00	62,25	90,00 89,75		76,12 75,88		

8.5 DP4B Zylindrische Buchsen



Maße [mm], Prüfung und Werkstoff nach ISO 3547 und GGB-Spezifikation

Alle Abmessungen in mm

Außenfasen C₀ und Innenfasen C_i

Wanddicke s ₃	C ₀ (a)		C _i (b)	Wanddicke s ₃	C ₀ (a)		C _i (b)
	bearbeitet	gerollt			bearbeitet	gerollt	
0.75	0.5 ± 0.3	0.5 ± 0.3	-0.1 to -0.4	2	1.2 ± 0.4	1.0 ± 0.4	-0.1 to -0.7
1	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.5	2.5	1.8 ± 0.6	1.2 ± 0.4	-0.2 to -1.0
1.5	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.7				

a = Fase C₀ nach Ermessen des Herstellers bearbeitet oder gerollt

b = C_i kann Radius oder Fase sein, in Übereinstimmung mit ISO 13715

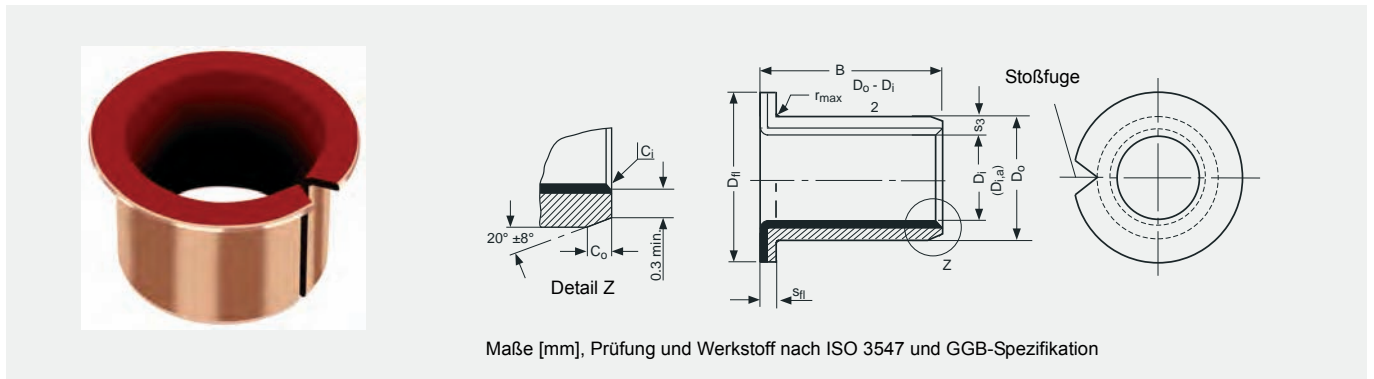
Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s ₃	Breite B	Wellen-∅ D _J [h6, f7, h8]		Gehäuse-∅ D _H [H6, H7]		Buchsen-∅ D _{I,a} eingebaut in H6/H7 Gehäuse	Lager- spiel C _D									
	D _i	D _o			max. min.	max. min.	max. min.	max. min.											
0203DP4B	2	3,5	0,750 0,730	3,25	h6	2,000 1,994	H6	3,508 3,500	2,048 2,000	0,054 0,000									
0205DP4B				2,75							5,25	4,75							
0306DP4B	3	4,5		6,25							5,75	3,000 2,994	4,508 4,500	3,048 3,000					
0404DP4B	4	5,5		4,25							f7	4,000 3,992	H7	5,508 5,500	4,048 4,000	0,056 0,000			
0406DP4B				3,75													6,25	5,75	
0505DP4B	5	7		5,25							1,005 0,980	f7	4,990 4,978	H7	7,015 7,000	5,055 4,990	0,077 0,000		
0510DP4B				4,75	10,25	9,75													
0606DP4B	6	8		6,25	f7	5,990 5,978	H7	8,015 8,000	6,055 5,990	0,083 0,003									
0608DP4B				5,75														8,25	7,75
0610DP4B				10,25														9,75	10,25
0808DP4B	8	10		8,25	f7	7,987 7,972	H7	10,015 10,000	8,055 7,990	0,086 0,003									
0810DP4B				7,75														10,25	9,75
0812DP4B			12,25	11,75														10,25	
1010DP4B	10	12	9,75	f7	9,987 9,972	H7	12,018 12,000	10,058 9,990	0,092 0,006										
1015DP4B			15,25							14,75								10,25	
1208DP4B	12	14	8,25	f7	11,984 11,966	H7	14,018 14,000	12,058 11,990	0,092 0,006										
1210DP4B			7,75							10,25								9,75	
1212DP4B			12,25							11,75	15,25								
1215DP4B			11,75							14,75	14,75								
			15,25							14,75									

8 Standardteile

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s_3	Breite B	Wellen- \varnothing D_j [h6, f7, h8]	Gehäuse- \varnothing D_H [H6, H7]	Buchsen- \varnothing $D_{i,a}$ eingebaut in H6/H7 Gehäuse	Lager- spiel C_D					
	D_i	D_o							max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.
1410DP4B	14	16	1,005 0,980	10,25	f7	H7	14,058	0,092					
1415DP4B				9,75					13,984	16,018			
1420DP4B				15,25					13,966	14,058			
1515DP4B	15	17		20,25					14,984	17,018	15,058		
1525DP4B				19,75								14,966	13,990
1615DP4B				15,25								17,000	14,990
1625DP4B	16	18		14,75					15,984	18,018	16,058		
1820DP4B				25,25								18,000	15,990
1825DP4B	18	20		24,75					17,984	20,021	18,061		
2015DP4B				20,25								17,966	17,990
2020DP4B				19,75								20,000	18,000
2025DP4B	20	23		25,25					19,980	23,021	20,071		
2030DP4B			24,75	19,959	19,990								
2215DP4B			30,25	23,000	19,990								
2220DP4B	22	25	29,75	21,980	25,021	22,071							
2225DP4B			15,25				25,000	21,990					
2515DP4B			14,75				25,000	22,000					
2525DP4B	25	28	20,25	24,980	28,021	25,071							
2830DP4B			19,75				24,959	24,990					
3020DP4B	30	34	25,25	29,980	34,025	30,085							
3030DP4B			24,75				29,959	29,990					
3040DP4B			40,25				34,000	29,990					
3520DP4B	35	39	39,75	34,975	39,025	35,085							
3530DP4B			20,25				34,950	34,990					
4030DP4B			19,75				39,000	35,000					
4050DP4B	40	44	30,25	39,975	44,025	40,085							
4530DP4B			29,75				39,950	39,990					
4550DP4B			50,25				44,000	39,990					
5040DP4B	50	55	49,75	44,975	50,025	45,105							
5060DP4B			30,25				44,950	50,000					
5540DP4B			29,75				49,975	50,000					
5540DP4B	55	60	49,75	49,950	55,030	50,110							
6040DP4B			40,25				55,000	49,990					
6050DP4B	60	65	60,25	59,970	65,030	60,110							
6060DP4B			59,75				65,000	59,990					
6070DP4B			70,25				65,000	60,110					
6570DP4B			69,75				70,030	65,110					
6570DP4B	65	70	40,25	64,970	70,030	65,110							
6570DP4B			39,75				70,000	64,990					

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s_3	Breite B	Wellen- \varnothing D_J [h6, f7, h8]		Gehäuse- \varnothing D_H [H6, H7]		Buchsen- \varnothing $D_{i,a}$ eingebaut in H6/H7 Gehäuse	Lagerspiel C_D
	D_i	D_o			max. min.	max. min.	max. min.	max. min.		
7050DP4B	70	75	2,505 2,460	50,25 49,75	f7	69,970 69,940	75,030 75,000	70,110 69,990	0,170 0,020	
7070DP4B				70,25 69,75						
7580DP4B	75	80	2,490 2,440	80,25 79,75	h8	74,970 74,940	80,030 80,000	75,110 74,990	0,201 0,020	
8060DP4B	80	85		60,50 59,50		80,000 79,954	85,035 85,000	80,155 80,020		
80100DP4B			100,50 99,50	h7	85,000 84,946	90,035 90,000	85,155 85,020			
85100DP4B	85	90	60,50 59,50		h8	90,000 89,946	95,035 95,000	90,155 90,020	0,209 0,020	
9060DP4B	90	95	100,50 99,50	95,000 94,946		100,035 100,000	95,155 95,020			
90100DP4B			100,50 99,50	h7	100,000 99,946	105,035 105,000	100,155 100,020			
95100DP4B	95	100	60,50 59,50		h8	100,000 99,946	105,035 105,000	100,155 100,020	0,209 0,020	
10060DP4B	100	105	115,50 114,50	105,000 104,946		110,035 110,000	105,155 105,020			
100115DP4B			100,50 99,50	h7	105,000 104,946	110,035 110,000	105,155 105,020			
105115DP4B	105	110	60,50 59,50		h8	105,000 104,946	110,035 110,000	105,155 105,020	0,209 0,020	
110115DP4B	110	115	115,50 114,50	110,000 109,946		115,035 115,000	115,155 115,020			

8.6 DP4B Bundbuchsen



Alle Abmessungen in mm

Außenfasen C_o und Innenfasen C_i

Wanddicke s_3	C_o (a)		C_i (b)	Wanddicke s_3	C_o (a)		C_i (b)
	bearbeitet	gerollt			bearbeitet	gerollt	
0.75	0.5 ± 0.3	0.5 ± 0.3	-0.1 to -0.4	2	1.2 ± 0.4	1.0 ± 0.4	-0.1 to -0.7
1	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.5	2.5	1.8 ± 0.6	1.2 ± 0.4	-0.2 to -1.0
1.5	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.7				

a = Fase C_o nach Ermessen des Herstellers bearbeitet oder gerollt

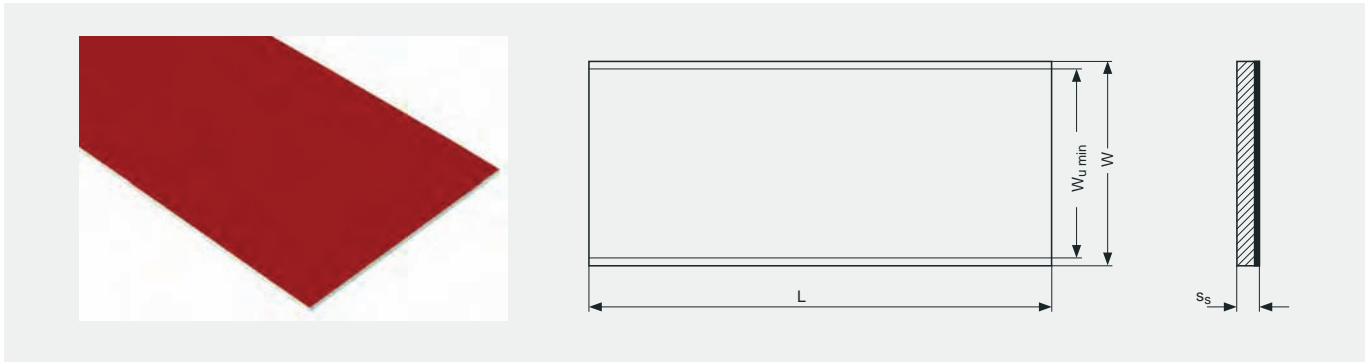
b = C_i kann Radius oder Fase sein, in Übereinstimmung mit ISO 13715

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s_3	Bunddicke s_{H1}	Bund- \varnothing D_{H1}	Breite B	Wellen- \varnothing D_J [h6, f7]		Gehäuse- \varnothing D_H [H6, H7]		Buchsen- \varnothing $D_{i,a}$ eingebaut in H6/H7 Gehäuse	Lagerspiel C_D
	D_i	D_o					max. min.	max. min.	max. min.	max. min.		
BB0304DP4B	3	4,5	0,750 0,730	0,80 0,70	7,50 6,50	4,25 3,75	h6	3,000 2,994	H6	4,508 4,500	3,048 3,000	0,054 0,000
BB0404DP4B					4					5,5	9,50 8,50	4,000 3,992
BB0505DP4B	5	7	1,005 0,980	1,05 0,80	10,50 9,50	5,25 4,75	f7	4,990 4,978	H7	7,015 7,000	5,055 4,990	0,077 0,000

8 Standardteile

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wand- dicke s_3	Bund- dicke s_{II}	Bund- \varnothing D_{II}	Breite B	Wellen- \varnothing D_J [h6, f7]	Gehäuse- \varnothing D_H [H6, H7]	Buchsen- \varnothing $D_{i,a}$ eingebaut in H6/H7 Gehäuse	Lager- spiel C_D
	D_i	D_o								
BB0604DP4B	6	8	1,005 0,980	1,05 0,80	12,50 11,50	4,25	5,990 5,978	8,015 8,000	6,055 5,990	0,077 0,000
BB0608DP4B						3,75				
BB0806DP4B	8	10			15,50 14,50	5,75	7,987 7,972	10,015 10,000	8,055 7,990	0,083 0,000
BB0810DP4B						5,25				
BB1007DP4B	10	12			18,50 17,50	7,25	9,987 9,972	12,018 12,000	10,058 9,990	0,086 0,003
BB1012DP4B						6,75				
BB1207DP4B	12	14			20,50 19,50	7,25	11,984 11,966	14,018 14,000	12,058 11,990	0,092 0,006
BB1209DP4B						6,75				
BB1212DP4B						9,25				
BB1417DP4B	14	16			22,50 21,50	7,25 6,75	13,984 13,966	16,018 16,000	14,05 13,990	0,092 0,006
BB1512DP4B	15	17			23,50 22,50	12,25	14,984 14,966	17,018 17,000	15,058 14,990	
BB1517DP4B						11,75				
BB1612DP4B	16	18			24,50 23,50	12,25	15,984 15,966	18,018 18,000	16,058 15,990	
BB1617DP4B						11,75				
BB1812DP4B	18	20			26,50 25,50	12,25	17,984 17,966	20,021 20,000	18,061 17,990	0,095 0,006
BB1822DP4B						11,75				
BB2012DP4B	20	23			30,50 29,50	11,75	19,980 19,959	23,021 23,000	20,071 19,990	0,112 0,010
BB2017DP4B						11,25				
BB2512DP4B	25	28	35,50 34,50	16,75	24,980 24,959	28,021 28,000	25,071 24,990			
BB2522DP4B				16,25						
BB3016DP4B	30	34	42,50 41,50	11,75	29,980 29,959	34,025 34,000	30,085 29,990	0,126 0,010		
BB3026DP4B				15,75						
BB3526DP4B	35	39	47,50 46,50	26,25	34,975 34,950	39,025 39,000	35,085 34,990	0,135 0,015		
BB4026DP4B				25,75						
BB4526DP4B	40	44	53,50 52,50	26,25	39,975 39,950	44,025 44,000	40,085 39,990	0,135 0,015		
				25,75						
BB4526DP4B	45	50	58,50 57,50	26,25	44,975 44,950	50,025 50,000	45,105 44,990	0,155 0,015		
				25,75						

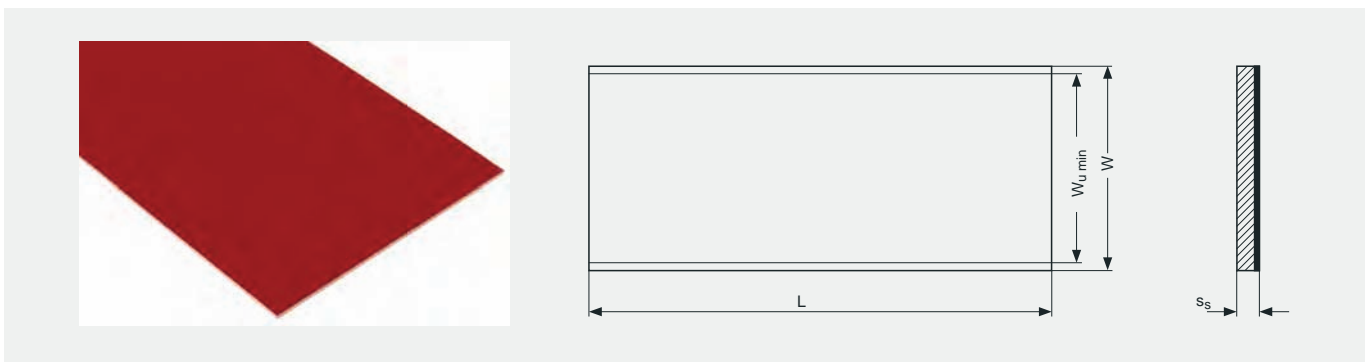
8.7 DP4 Gleitstreifen



Alle Abmessungen in mm

Bestell-Nr.	Länge L	Gesamtbreite W	Nutzbreite $W_{U \min}$	Dicke s_S
	max. min.			max. min.
S07190DP4	503 500	200	190	0,74
S10190DP4				0,70
S15190DP4				1,01
S20190DP4				0,97
S25240DP4				1,52
		254	240	1,48
				1,98
				1,94
				2,46
				2,42

8.8 DP4B Gleitstreifen



Alle Abmessungen in mm

Bestell-Nr.	Länge L	Gesamtbreite W	Nutzbreite $W_{U \min}$	Dicke s_S
	max. min.			max. min.
S07085DP4B	503 500	95	85	0,74
S10180DP4B				0,70
S15180DP4B				1,01
S20180DP4B				0,97
S25180DP4B				1,52
		195	180	1,48
				1,98
				1,94
				2,46
				2,42

9 Prüfmethode

9.1 Prüfung von gerollten Buchsen

Gerollte Buchsen sind in freiem Zustand nicht formstabil und die Stoßfuge ist geöffnet. Sie passen sich aber nach dem Einpressen in die Gehäuse-Aufnahmebohrung D_H weitgehend der Form der Gehäuse-Aufnahmebohrung an. Dies geschieht infolge des Übermaßes zwischen dem Buchsen-Außendurchmesser D_o und der Gehäuse-Aufnahmebohrung

D_H . Aus diesem Grund können der Außendurchmesser und der Innendurchmesser gerollter Buchsen nur mit speziellen Prüfeinrichtungen und Prüfmitteln geprüft werden.

Die Prüfmethode sind in ISO 3547 Teil 1 bis 7 festgelegt.

Prüfung A nach ISO 3547 Teil 2

Prüfen des Außendurchmessers D_o in einer Prüfvorrichtung mit Prüfaufnahme und Einstelldorn.

Prüfung A nach ISO 3547 Teil 2 (an 2015DP4)	
Prüfaufnahme und Einstelldorn $d_{ch,1}$	23.062 mm
Prüfkraft F_{ch}	4500 N
Grenzwerte für Δz	0 und -0,065 mm
Außendurchmesser D_o	23,035 bis 23,075 mm

Tabelle 18: Prüfung A nach ISO 3547 Teil 2

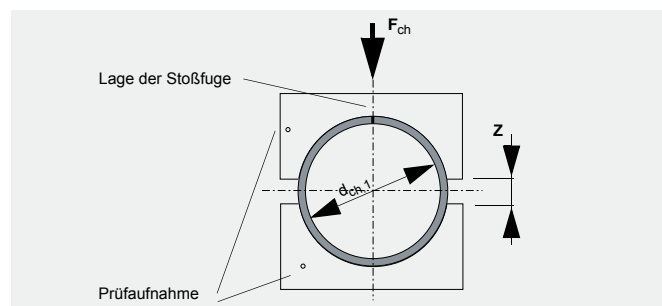


Abb. 40: Prüfung A, Beispiel für die Zeichnungseintragung

Prüfung C nach ISO 3547 Teil 1

Zur Prüfung des Innendurchmessers $D_{i,a}$ ist die Buchse in einen Lehring einzupressen, dessen Nenndurchmesser den Maßen nach ISO 3547, Teil 1, Tabelle 6 entspricht. Die übrige Ausführung des Lehrings muss DIN 31672 entsprechen. Der Innendurchmesser wird mit einem 3-Punkt-Messgerät oder mit einem Gut- und Ausschusslehndorn gelehrt.

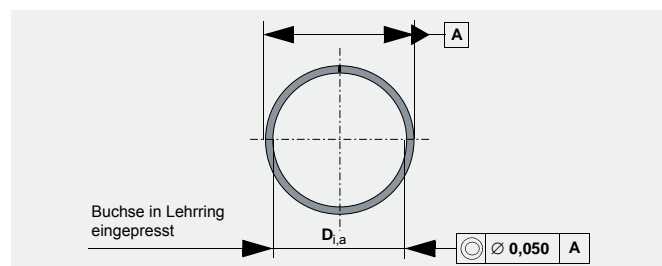


Abb. 41: Prüfung C, Beispiel für die Zeichnungseintragung

Prüfen der Wanddicke (nach Vereinbarung)

Die Buchse wird kontinuierlich auf einer, zwei oder drei vorgegebenen oder vereinbarten Messlinien gemessen.

B [mm]	X [mm]	Anzahl der Messlinien
≤ 15	B/2	1
$>15 \leq 50$	4	2
$>50 \leq 90$	6 und B/2	3
>90	8 und B/2	3

Tabelle 19: Anzahl der Messlinien für die Wanddickenprüfung

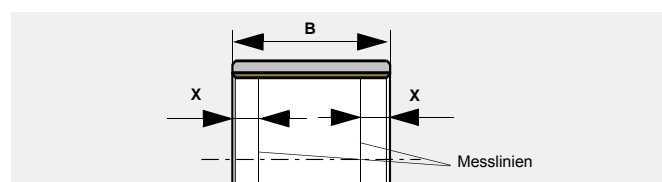


Abb. 42: Messlinien für die Wanddickenprüfung

Die Messung der Wanddicke ist in DIN ISO 12306 beschrieben.

Prüfung D nach ISO 3547 Teil 2

Prüfen des Außendurchmessers mit Präzisions-Messband für $D_i > 120$ mm.

10 Datenblatt zur Lagerauslegung

Firma: _____

Projekt: _____

Anwendung: _____

Datum: _____

Bestehende Konstruktion Neukonstruktion

Stückzahl Jährlich

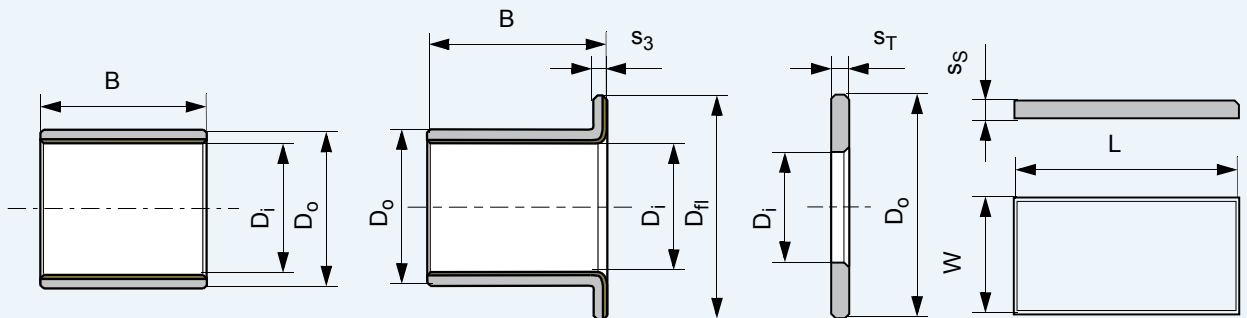
Ansprechpartner: _____

Tel.: _____

Fax: _____

E-Mail: _____

Zeichnung beigelegt JA NEIN



Zylindrische Buchse Bundbuchse Anlaufscheibe Gleitstreifen Sonderteil (Skizze/Zeichnung)

Rotationsbewegung Punktlast Umfangslast Schwenkbewegung Linearbewegung

Abmessungen in mm

Innendurchmesser	D_i	<input type="text"/>
Außendurchmesser	D_o	<input type="text"/>
Buchsenbreite	B	<input type="text"/>
Bunddurchmesser	D_{fi}	<input type="text"/>
Bunddicke	s_{fl}	<input type="text"/>
Länge des Gleitstreifens	L	<input type="text"/>
Breite des Gleitstreifens	W	<input type="text"/>
Dicke des Gleitstreifens	s_s	<input type="text"/>

Belastung

Radialkraft	F [N]	<input type="text"/>
Nennbelastung/Axialkraft	F [N]	<input type="text"/>

Bewegung

Drehzahl	N [1/min]	<input type="text"/>
Gleitgeschwindigkeit	v [m/s]	<input type="text"/>
Hublänge	L_s [mm]	<input type="text"/>
Hubfrequenz	[1/min]	<input type="text"/>
Schwenkwinkel	φ [°]	<input type="text"/>
Schwenkfrequenz	n_{osc} [1/min]	<input type="text"/>

Betriebszeit in Stunden pro Tag

Dauerbetrieb	<input type="text"/>
Aussetzbetrieb	<input type="text"/>

Passungen und Toleranzen

Gehäuse (Ø, Toleranz)	D_H	<input type="text"/>
Welle (Ø, Toleranz)	D_J	<input type="text"/>

Gegenwerkstoff

Werkstoff-Nr./Typ	<input type="text"/>	
Härte	HB/HRC	<input type="text"/>
Oberflächenrauheit	R_a [µm]	<input type="text"/>

Umgebungsbedingungen

Temperatur - Umgebung	T_{amb}	<input type="text"/>
Temperatur - min/max	T_{min}/T_{max}	<input type="text"/>

Gehäusewerkstoff

Baugruppe mit guter Wärmeableitung

Baugruppe mit schlechter Wärmeableitung

Trockenlauf Mit Schmierung

Bei Fett, Typ mit technischem Datenblatt

Bei Öl, Typ mit technischem Datenblatt

- Spritzöl

- Ölbad

- Ölkreislauf

Lebensdauer

Erforderliche Lebensdauer L_H [h]

10 Datenblatt zur Lagerauslegung

Formelzeichen und Einheiten

Formelzeichen	Einheit	Benennung
A	mm ²	Kontaktgleitfläche
A _M	mm ²	Gesamte Gegenfläche, die in Kontakt mit der Gleitfläche kommt
a _B	-	Korrekturfaktor für die Lagergröße
a _C	-	Korrekturfaktor für die Nachbearbeitung der Lagerlaufläche
a _E	-	Hochlastfaktor
a _{E1}	-	Faktor für den Einfluß der spezifischen Lagerbelastung (Linearbewegung)
a _{E2}	-	Faktor für den Einfluß von Temperatur und Gegenwerkstoff (Linearbewegung)
a _{E3}	-	Faktor für den Einfluß der relativen Gegenlaufläche (Linearbewegung)
a _L	-	Lebensdauer-Korrekturkonstante
a _M	-	Korrekturfaktor für den Gegenwerkstoff
a _T	-	Korrekturfaktor für Temperatur und Wärmeableitung
B	mm	Breite der Buchse
C	1/min	Belastungsfrequenz, dynamisch
C _D	mm	Einbauspiel: Durchmesserunterschied von eingepreßter Buchse und Wellendurchmesser
C _i	mm	Breite der Innenfase
C _o	mm	Breite der Aussenfase
C _T	-	Gesamtanzahl der Lastwechsel, dynamisch
D _C	mm	Durchmesser des Kalibrierdorns
D _{fl}	mm	Bunddurchmesser der Bundbuchse
D _H	mm	Durchmesser des Lagergehäuses
D _i	mm	ID der Buchse und der Anlaufscheibe
D _{i,a}	mm	ID der Buchse nach der Montage in das Lagergehäuse
D _J	mm	Wellendurchmesser
D _{Nth}	nvt	Max. zul. thermische Neutronendosis
D _o	mm	AD der Buchse und der Anlaufscheibe
D _γ	Gy	Max. Gammastrahlendosis Gy = J/kg
d _D	mm	Stiftlochdurchmesser
d _L	mm	Öllochdurchmesser
d _p	mm	Lochkreisdurchmesser des Stiftlochs
F	N	Nennbelastung/Lagerkraft
F _{ch}	N	Prüfkraft
F _i	N	Buchsen-Einpreßkraft
f	-	Gleitreibungszahl
H _a	mm	Eindrehtiefe für Gehäuse (z.B. bei Anlaufscheiben)

Formelzeichen	Einheit	Benennung
H _d	mm	Durchmesser der Gehäuseplanfläche (Anlaufscheiben)
L	mm	Länge des Gleitstreifens
L _H	h	erforderliche/gewünschte Lebensdauer
L _S	mm	Hublänge (Linearbewegung)
N	1/min	Drehzahl/Drehfrequenz
n _E	1/min	Äquivalente Drehzahl (Drehfrequenz) bei Schwenkbewegungen
n _{osz}	1/min	Schwenkfrequenz
p	MPa	Spezifische Lagerbelastung, mittlere Flächenbelastung
p _{lim}	MPa	Max. zul. spezifische Lagerbelastung
p _{sta,max}	MPa	Zul. statische Lagerbelastung
p _{dyn,max}	MPa	Zul. dynamische Lagerbelastung
Q	-	Zulässige Anzahl der Schwenkbewegungen
R _a	µm	Mittenrauhwert (DIN 4768, ISO/DIN 4287/1)
R _{OB}	Ω	Oberflächenwiderstand (elektrisch)
s ₃	mm	Buchsen-Wanddicke
s _{fl}	mm	Bunddicke der Bundbuchse
s _S	mm	Dicke des Gleitstreifens
s _T	mm	Dicke der Anlaufscheibe (Axiallager), Dicke der Bundscheibe
T	°C	Temperatur
T _{amb}	°C	Lager-Umgebungstemperatur
T _{max}	°C	Maximal-Temperatur
T _{min}	°C	Minimal-Temperatur
v	m/s	Umfangs- bzw. Gleitgeschwindigkeit
W	mm	Breite des Gleitstreifens
W _{u,min}	mm	Minimale Nutzbreite eines Gleitstreifens
Z _T	-	Gesamtanzahl der Schwenkbewegungen
α ₁	10 ⁻⁶ /K	Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient parallel zur Oberfläche
α ₂	10 ⁻⁶ /K	Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient senkrecht zur Oberfläche
σ _c	MPa	Druckfestigkeit
λ	W/mK	Wärmeleitfähigkeit
φ	°	Schwenkbewegung: Ausschlag ab Mittelachse nach jeder Seite Linearbewegung: Ausschlag von der Mittelposition
η	cP	Dyn. Viskosität des Schmierstoffes

Produktinformation

GGB versichert, dass die in dieser Unterlage beschriebenen Produkte keine Herstellungs- und Materialfehler haben. Die in der Unterlage aufgeführten Angaben dienen als Hilfe bei der Beurteilung der Anwendungseignung des Werkstoffes. Sie sind entwickelt aus eigenen Untersuchungen sowie aus allgemein zugänglichen Veröffentlichungen. Sie stellen keine Zusicherung von Eigenschaften dar.

Falls nicht ausdrücklich und schriftlich zugesagt, gibt GGB keine Garantie, dass die beschriebenen Produkte für irgendwelche speziellen Zwecke oder spezifischen Betriebsbedingungen geeignet sind.

GGB akzeptiert keinerlei Haftung für etwaige Verluste, Beschädigungen oder Kosten, wie sie auch immer durch direkte oder indirekte Anwendungen dieser Produkte entstehen.

Für alle Geschäfte, die durch GGB abgewickelt werden, gelten grundsätzlich deren Verkaufs- und Lieferbedingungen, wie sie Teil der Angebote, der Lieferprogramme und der Preislisten sind. Kopien können auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden.

Die Produkte sind Gegenstand einer fortgesetzten Entwicklung.

GGB behält sich das Recht vor, Änderungen der Spezifikation oder Verbesserungen der technologischen Daten ohne vorherige Ankündigung durchzuführen.

Ausgabe 2012; deutsch (diese Ausgabe ersetzt frühere Ausgaben, die hiermit ungültig werden).

Erklärung zu Bleigehalten der GGB-Produkte/Übereinstimmung mit EU-Recht

Seit 01. Juli 2006 ist es nach der EU-Richtlinie 2011/65/EU (Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten; ROHS-Richtlinie) verboten, Produkte in Verkehr zu bringen, die Blei, Quecksilber, Kadmium, Sechswertiges Chrom, polybromierte Biphenyle (PBB) oder polybromierte Diphenylether (PBDE) enthalten. Ausgenommen sind bestimmte Verwendungen, die im Anhang der ROHS-Richtlinie aufgeführt sind. Ein Höchstkonzentrationswert von 0,01 Gewichtsprozent Kadmium und je 0,1 Gewichtsprozent Blei, Quecksilber, sechswertiges Chrom, PBB und PBDE je homogenem Werkstoff wird weiterhin toleriert. Nach der Richtlinie 2011/65/EU über Altfahrzeuge ist es seit 01. Juli 2003 verboten, Werkstoffe und Bauteile von Fahrzeugen in Verkehr zu bringen, die Blei, Quecksilber, Kadmium oder sechswertiges Chrom enthalten. Aufgrund einer Ausnahmegesetzgebung durften bis zum 01.07.2008 weiterhin bleihaltige Lagerschalen und Buchsen in Verkehr gebracht werden. Diese allgemeine Ausnahme ist zum 01.07.2008 weggefallen. Ein Höchstkonzentrationswert von bis zu 0,1 Gewichtsprozent Blei, sechswertiges Chrom und Quecksilber je homogenem Werkstoff wird weiterhin toleriert.

Alle Produkte von GGB, ausgenommen DU®, DU-B™, DB™, PICAL2™, SY™, SP™, GGB-CSM™115, GGB-CSM™118, GGB-CSM™124, GGB-CSM™125, GGB-CBM™311, GGB-CBM™312, GGB-CBM™322, GGB-CBM™341 and GGB-CBM™342 erfüllen diese Anforderungen der EU-Richtlinien 2011/65/EU vom 08.06.2011 (ROHS-Richtlinie).

Alle von GGB hergestellten Produkte stehen außerdem in Einklang mit der REACH-Verordnung (EG) Nr. 1 907/2006 vom 18.12.2006.

Gesundheitsgefährdungen

Zwei Aspekte müssen bezüglich der Gesundheitsgefährdungen durch bestimmte Anwendungen von DP4 Materialien berücksichtigt werden.

Bei der Bearbeitung

Bei Temperaturen bis zu 250°C ist das in den Lagerwerkstoffen enthaltene Polytetrafluorethylen (PTFE) völlig inert. Selbst wenn DP4/DP4B Buchsen im Ausnahmefall maschinell gebohrt oder geschnitten werden, besteht beim nachträglichen Bohren oder Kalibrieren keine Gefahr.

Bei höheren Temperaturen können jedoch schädliche Dämpfe in kleinen Mengen entstehen, deren direktes Einatmen einen leichten grippeähnlichen Effekt hervorrufen kann, der erst nach einigen Stunden auftritt, aber ohne Nachwirkungen nach 24 bis 48 Stunden abklingt. Solche Dämpfe können entstehen, wenn PTFE-Partikel am Ende einer brennenden Zigarette aufgenommen werden. Deshalb sollte in Bereichen, in denen DP4 bearbeitet wird, nicht geraucht werden.

DP4®, DP4-B™, DX®, DX®10, DS™ und HI-EX® sind Trademarks von GGB.

Besuchen Sie uns im Internet:
www.ggbbearings.com



Ihr kompetenter Händler und Hersteller für Sonderteile:



Caspar Gleitlager GmbH

Fischeräcker 6

D-74223 Flein

Tel. 07131 / 27712-0

info@caspar-gleitlager.de

www.caspar-gleitlager.de



an EnPro Industries company

The Global Leader in High Performance Bearing Solutions

GGB Heilbronn GmbH

Postfach 18 62 • D-74008 Heilbronn

Ochsenbrunnenstraße 9 • D-74078 Heilbronn

Industriegebiet Böllinger Höfe

Tel. +49 7131 269 0 • Fax +49 7131 269 500

eMail: germany@ggbearings.com • www.ggbearings.de



HB104DEU12-15HN