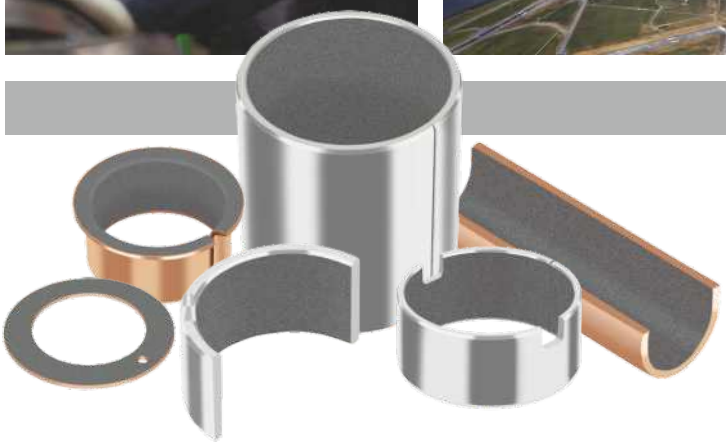
GGB DU® und DU-B

Wartungsfreie Metall-Polymer Gleilager Lösungen



The Global Leader
in High Performance Bearing Solutions

GGB
BEARING TECHNOLOGY

an EnPro Industries company

Qualität

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

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

AMERIKA

FRANKREICH

CHINA

DEUTSCHLAND

BRASILIEN

SLOVAKEI

Inhalt

1 Einleitung 5

1.1 Anwendungen 5

1.2 Vorteile 5

1.3 Lieferbare Produkte 5

1.4 Werkstoffvarianten 6

2 Werkstoffe 7

2.1 Aufbau 7

2.2 Trockenlaufprinzip 7

2.3 Verschleißbilder 7

2.4 Werkstoffeigenschaften 9

2.5 Chemische Beständigkeit 10

2.6 Gleitreibungszahl 10

3 Lebensdauer 12

3.1 Berechnung und Korrekturfaktoren 12
Berechnungsmethoden 12

3.2 Spezifische Lagerbelastung $\bar{p}$ 12

3.3 Maximal zulässige spezifische Belastung $\bar{p}_{lim}$ . . . 13

3.4 Gleitgeschwindigkeit U 13
Drehbewegung 13
Schwenkbewegung 13

3.5 $\bar{p}$U-Faktor 14

3.6 Korrekturfaktoren 14
Temperatur 14
Gegenwerkstoff 15
Lagergröße 15
Nachbearbeiten der Lagerlauffläche 16
Belastungsart 16

3.7 Berechnung der Lagerabmessungen 17

3.8 Berechnung der Lebensdauer 18
Spezifische Belastung $\bar{p}$ berechnen 18
Hochlastfaktor a_E berechnen . . . 18
Korrigierten $\bar{p}$U -Faktor berechnen 18
Lebensdauer L_H berechnen 19
Einfluss durch Kalibrieren, Nachbearbeiten 19
Gleitstreifen 19

3.9 Berechnungsbeispiele 20

4 Datenblatt 22

4.1 Datenblatt zur Gleitlagerauslegung 22

5 Schmierung 23

5.1 Schmierstoffe 23

5.2 Tribologische Betriebszustände 23
Hydrodynamische Schmierung . 23
Mischreibung 24
Trockenlauf 24

5.3 Gleit- und Reibverhalten 24

5.4 Konstruktionshinweise 24

5.5 Betriebsspiel 26

5.6 Oberflächengüte 26

5.7 Schmiernuten 26

5.8 Fettschmierung 26

6 Lagereinbau 27

Lagerspiel 27

6.1 Wärmeausdehnung 27

6.2 Toleranzen für Kleinstspiele . . 27
Kalibrierdorn 28

6.3 Gegenlaufkörper 28

6.4 Lagereinbau 29
Einpressen von Buchsen 29
Einbau von Bundbuchsen 29
Einpresskräfte 29
Fluchtung 30
Abdichten von Lagerstellen 30

6.5 Axialführung 31
Einbau von Anlaufscheiben 31
Gleitstreifen 31

7 Bearbeitung 32

7.1 Spanende/nichtspanende Bearbeitung 32
Bohren/Drehen 32
Bohren von Öllöchern 32
Streifen schneiden 32

7.2 Galvanische Oberflächenbehandlung 32
DU 32
Gegenwerkstoff 32

Inhalt

8 Standardteile 33

8.1 DU Zylindrische Buchsen . . . 33

8.2 DU Bundbuchsen 38

8.3 DU Bundscheiben 40

8.4 DU Anlaufscheiben 41

8.5 DU-B Zylindrische Buchsen . . 42

8.6 DU-B Bundbuchsen 44

8.7 DU-Zoll Zylindrische Buchsen 46

8.8 DU-Zoll Anlaufscheiben 49

8.9 DU Gleitstreifen 50

8.10 DU-B Gleitstreifen 50

8.11 DU-Zoll Gleitstreifen 50

9 Prüfmethoden 51

9.1 Prüfung von gerollten Buchsen 51

Prüfung A nach ISO 3547 Teil 2 51

Prüfung C nach ISO 3547 Teil 1 51

Prüfen der Wanddicke (nach Vereinbarung) 51

Prüfung D nach ISO 3547 Teil 2 51

Formelzeichen und Einheiten 52

Produktinformation 55

1 Einleitung

In diesem Handbuch werden umfassende Informationen über die Eigenschaften, das Verhalten und die Einsatzmöglichkeiten von DU® Gleitlagern beschrieben.

Dem Konstrukteur wird somit die Möglichkeit gegeben, Lagerabmessungen, Betriebslebensdauerwerte und Leistungsdaten zu ermitteln.

Für die Lösung ungewöhnlicher Gleitlageranwendungen steht der Beratungsdienst der GGB-Forschungs- und Entwicklungsabteilung zur Verfügung.

Dieses Handbuch gibt Hinweise über das gesamte, ab Lager lieferbare DU-Standardprogramm. Außerdem gibt es Hinweise zu Daten von anderen DU-Produkten und der Möglichkeit, Sonderteile anwendungsbezogen herzustellen.

GGB arbeitet laufend 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.

Wir empfehlen ganz besonders die Vorserien- und Prototypenerprobung, da es unmöglich ist, alle in der Praxis vorkommenden Betriebsbedingungen und Einsatz-möglichkeiten im voraus theoretisch zu ermitteln.

1.1 Anwendungen

DU kann bei allen Bewegungsarten wie

- Drehbewegungen
- Schwenkbewegungen
- hin- und hergehenden Bewegungen
- lineare Bewegungen

eingesetzt werden - besonders bei niedrigen Gleitgeschwindigkeiten und hohen Belastungen.

Für spezielle Anwendungsfälle gibt es alternative GGB Werkstoffe, z. B.

- wenn verbesserte Korrosionsbeständigkeit erforderlich ist
- bei verschärften Anforderungen infolge von Umwelt-Auflagen
- um Sicherheitsbestimmungen bei Kontakt mit Nahrungsmitteln zu erfüllen
- bei Neigung zu Reibkorrosion.

1.2 Vorteile

- **ohne Schmierung einsetzbar, daher ist ein wartungsfreier Betrieb möglich**
- **Aufnahme hoher $\bar{p}$U-Werte (dynamisch und statisch)**
- **Temperaturbereich -200 - +280 °C**
- **geringer Verschleiß**
- **geringe Fressneigung**
- **gutes Gleitverhalten: Die „stick-slip“-Neigung ist vernachlässigbar gering (statische Reibzahl annähernd dynamischer Reibzahl)**
- **beständig gegenüber Lösungsmitteln**
- **keine Wasseraufnahme und daher nicht quellend**
- **elektrisch leitend, elektrostatische Effekte werden vermieden**
- **relativ unempfindlich gegenüber Staub (gute Einbettfähigkeit)**
- **Dünnwandigkeit spart Platz und Gewicht**
- **keine Nachbearbeitung nötig**

1.3 Lieferbare Produkte

Standardteile sind ab Lager lieferbar; die Herstellung erfolgt nach internationalen, nationalen und GGB-Werksnormen:

- Zylindrische Buchsen
- Bundbuchsen *)
- Anlaufscheiben
- Bundscheiben *)
- Streifen

*) nur in metrischen Abmessungen

Zollabmessungen sind auf Anfrage erhältlich.

Standardteile

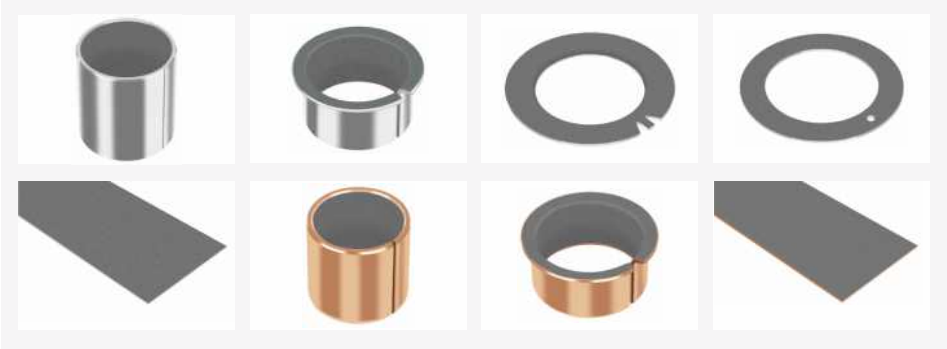


Abb. 1: Standardteile

Sonderteile werden bei GGB nach Kundenzeichnungen angefertigt. Die Konstruktions-Abteilung hilft bei der Gestaltung dieser Teile, z.B.:

- Geänderte Standardteile
- Lagerschalen
- Gleitstreifen
- Tiefziehteile
- Abkant- und Pressteile
- Stanzteile

Sonderteile

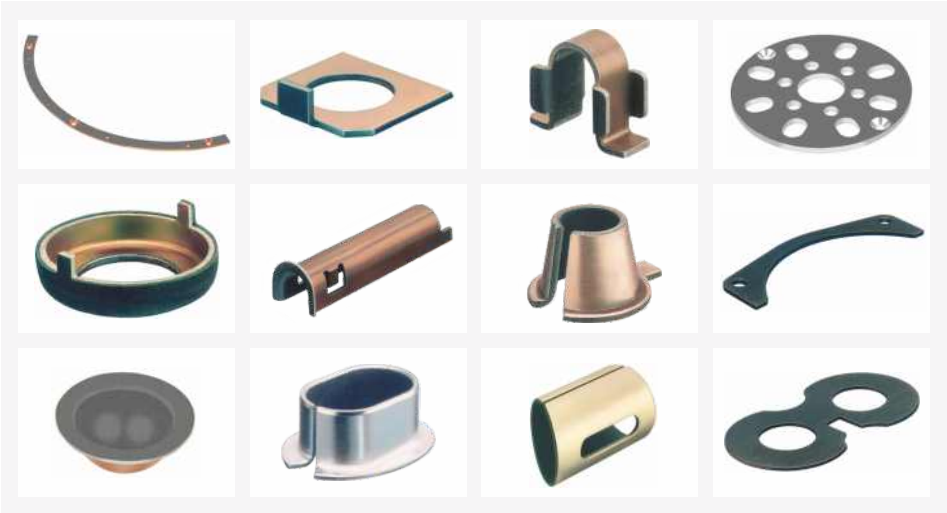


Abb. 2: Beispiele von Sonderteilen

1.4 Werkstoffvarianten

Bezeichnung	Rücken	Laufschicht	Einsatz-Temperatur T [°C]		maximale spezifische Belastung $\overline{p}_{lim}$ [N/mm²]
			von	bis	
DU	Stahl	PTFE+Pb	-200	+280	250
DU-B	Bronze	PTFE+Pb	-200	+280	140

Tabelle 1: Unterscheidungsmerkmale von DU und DU-B

2 Werkstoffe

2.1 Aufbau

Sowohl DU als auch DU-B sind Verbundmaterialien und bestehen aus drei Schichten:

- einem tragenden Rücken aus Stahl oder Bronze
- einer porösen Zwischenschicht aus Sinter-Bronze
- einer Laufschicht aus PTFE und Blei.

Durch diesen Verbundschicht-Aufbau erreicht man:

- eine hohe mechanische Festigkeit
- eine große Maßhaltigkeit
- eine gute Wärmeabfuhr, dadurch reduzierte Lagertemperatur
- einen hervorragenden Trockenlauf.

DU

Der tragende Rücken ist aus Stahl.

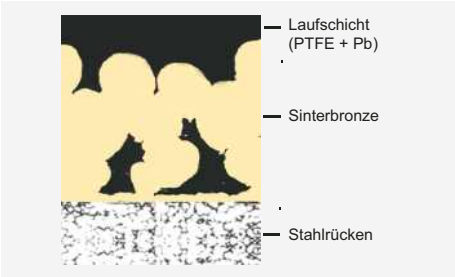


Abb. 3: DU-Mikroschliffbild

DU-B

Der tragende Rücken ist aus Bronze.

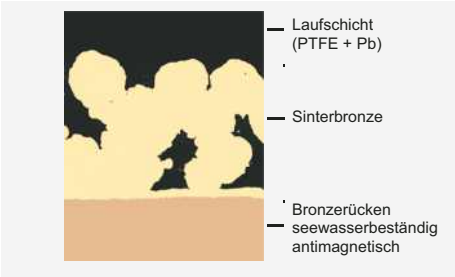


Abb. 4: DU-B-Mikroschliffbild

Dies erhöht den Korrosionswiderstand und verbessert die Wärmeleitfähigkeit. Außerdem ist diese Ausführung antimagnetisch.

2.2 Trockenlaufprinzip

Ein dünner, mechanisch (physikalisch) haftender PTFE-Film wird auf die Gegenlauffläche übertragen. Er bleibt während der gesamten Betriebslebensdauer des Lagers erhalten.

2.3 Verschleißbilder

Bei Trockenlauf unter normalen Betriebsbedingungen.

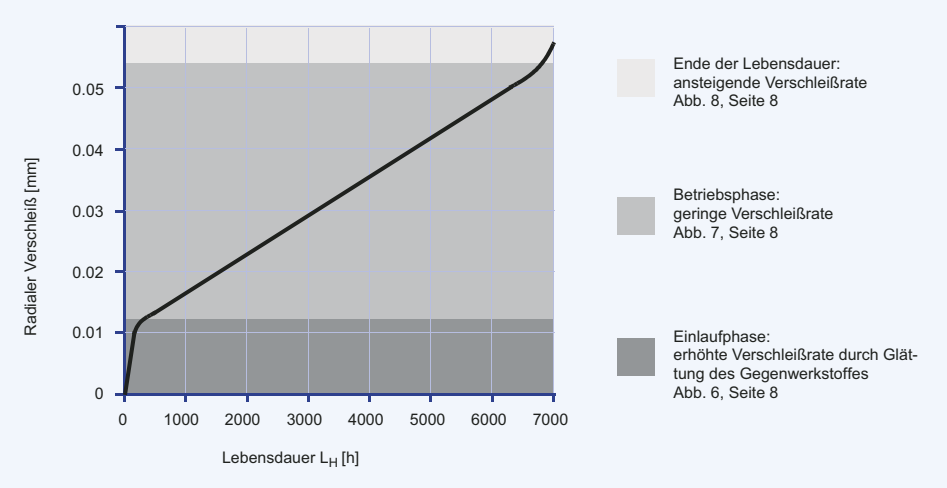


Abb. 5: Verschleiß-Diagramm

Einlauf-Phase

In der kurzen Einlaufperiode werden ca. 0,015 mm der Laufschicht auf die Gegenlauffläche übertragen. Die Laufflächen färben sich grau-grün.

Etwa 10 % der tragenden Bronzeschicht ist freigelegt und sichtbar.

Überflüssige Teilchen der Einlaufschicht werden unter Umständen in Form von feinsten Partikeln abgeschieden.

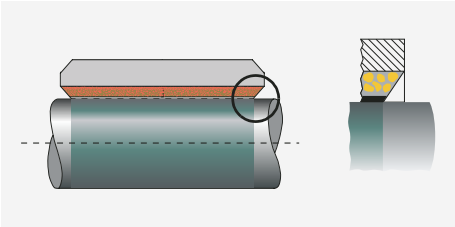


Abb. 6: Einlauf-Verschleiß

Bei etwa 50 % der Lebensdauer

Nach der Einlaufperiode reduziert sich die Verschleißrate. Der prozentuale Anteil der sichtbaren, geglätteten Bronzeschicht erhöht sich sehr langsam.

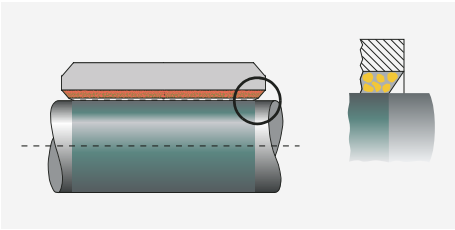


Abb. 7: Verschleiß bei etwa der Hälfte der Lebensdauer

Ende der Lebensdauer

Am Ende der nutzbaren Lebensdauer steigt der Verschleiß wieder an. Zu diesem Zeitpunkt sind ca. 70 % der Bronzeschicht freigelegt und ca. 0,06 mm abgetragen.

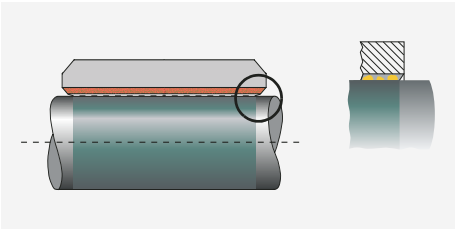


Abb. 8: Verschleiß gegen Ende der Lebensdauer

Verschleiß der Gegenlauffläche

Der Verschleiß von empfohlenen Gegenwerkstoffen ist nicht messbar, außer wenn

- die Nutzungsgrenze des Lagers überschritten ist
- das Lager durch abrasiven Schmutz verunreinigt wurde.

2.4 Werkstoffeigenschaften

Merkmal		Kurz-zeichen	Wert		Einheit	Bemerkungen
			DU	DU-B		
Physikalisch	Wärmeleitfähigkeit	λ	40	60	W/mK	nach dem Einlauf
	Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient:					gemessen an Streifen 1,9 mm dick
	- parallel zur Oberfläche	α_1	11	18	$1/10^6$K	
	- senkrecht zur Oberfläche	α_2	30	36	$1/10^6$K	
	Max. zul. Temperatur	T_{max}	+280	+280	°C	
	Min. zul. Temperatur	T_{min}	–200	–200	°C	
Mechanisch	Druckfestigkeit	σ_c	350	300	N/mm²	gemessen an Scheibe ø 25 x 2,44 mm dick
	Max. zulässige Flächenpressung:					
	- statisch	$\bar{p}_{sta,max}$	250	140	N/mm²	
	- dynamisch	$\bar{p}_{dyn,max}$	140	140	N/mm²	
Elektrisch	Oberflächenwiderstand	R_{OB}	1 ... 10	1 ... 12	Ω	abhängig von Druck und Fläche, gemessen an 1 cm² Kontaktfläche
Beständigkeit gegen radioaktive Strahlung	Max. zulässige thermische Neutronendosis	D_{Nth}	2×10^{15}	2×10^{15}	nvt	nvt = therm. Neutronenfluss
	Max. Gammastrahlendosis	$D\gamma$	10^8	10^8	Gy = J/kg	1 Gray = 1J/kg

Tabelle 2: Wichtige Eigenschaften von DU und DU-B

2.5 Chemische Beständigkeit

Tabelle 3 zeigt das Verhalten von DU und DU-B als Gesamtes, obwohl in speziellen Fällen die drei Schichten unterschiedlich reagieren. Sie zeigt nur eine kleine Übersicht der Verträglichkeiten. Bei besonderen Anforderungen hilft der technische Dienst von GGB weiter.

	Medium	%	°C	DU	DU-B
Starke Säuren	Salzsäure	5	20	-	-
	Salpetersäure	5	20	-	-
	Schwefelsäure	5	20	-	-
Schwache Säuren	Essigsäure	5	20	-	o
	Ameisensäure	5	20	-	o
Basen	Ammoniak	10	20	o	-
	Ätznatron	5	20	o	o
Lösungsmittel	Aceton		20	+	+
	Tetrachlor-kohlenstoff		20	+	+
Schmiermittel und Kraftstoffe	Paraffin		20	+	+
	Benzin		20	+	+
	Petroleum		20	+	+
	Dieselkraftstoff		20	+	+
	Mineralöl		70	o	o
	HFA-ISO46 wasserhaltig		70	o	o
	HFC-Wasser-Glycol		70	-	-
	HFD-Phosphat-ester		70	o	o
	Wasser		20	o	+
	Seewasser		20	-	o

Tabelle 3: DU und DU-B in agressiven Medien

+	**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.

Elektrochemische Korrosion

DUB im Alugehäuse wird nicht empfohlen wegen möglicher elektrochemischer Korrosion bei Anwesenheit von Flüssigkeiten (Spannungsreihe).

2.6 Gleitreibungszahl

Die Gleitreibungszahl f und damit die Gleiteigenschaft des Materials hängt ab von

- der spezifischen Belastung $\bar{p}$ [N/mm²]
- der Gleitgeschwindigkeit U [m/s]
- dem Mittenrauhwert der Gegenlauffläche R_a [µm]
- der Lagertemperatur T [°C].

Während des Einlaufvorgangs kann die Gleitreibungszahl bis zu 50 % höher liegen. Sie erhöht sich auch

- bei sehr niedrigen Temperaturen und
- im Vakuum.

Der „stick-slip“ Effekt ist vernachlässigbar klein, d. h. unter anderem auch, das bei häufigem Start-/Stop-Betrieb die statische

Gleitreibungszahl annähernd der dynamischen Gleitreibungszahl entspricht.

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

Die Gleitreibungszahl verändert sich mit der Temperatur und geht als Temperatur-Korrekturfaktor in die Lebensdauerberechnung ein.

Bei kritischen Anwendungen empfehlen wir Versuche an einem Prototypen.

Die aus Abb. 9, Seite 11 und Abb. 10, Seite 11 entnommenen Werte können, abhängig von den Betriebsbedingungen, um ± 20 % abweichen.

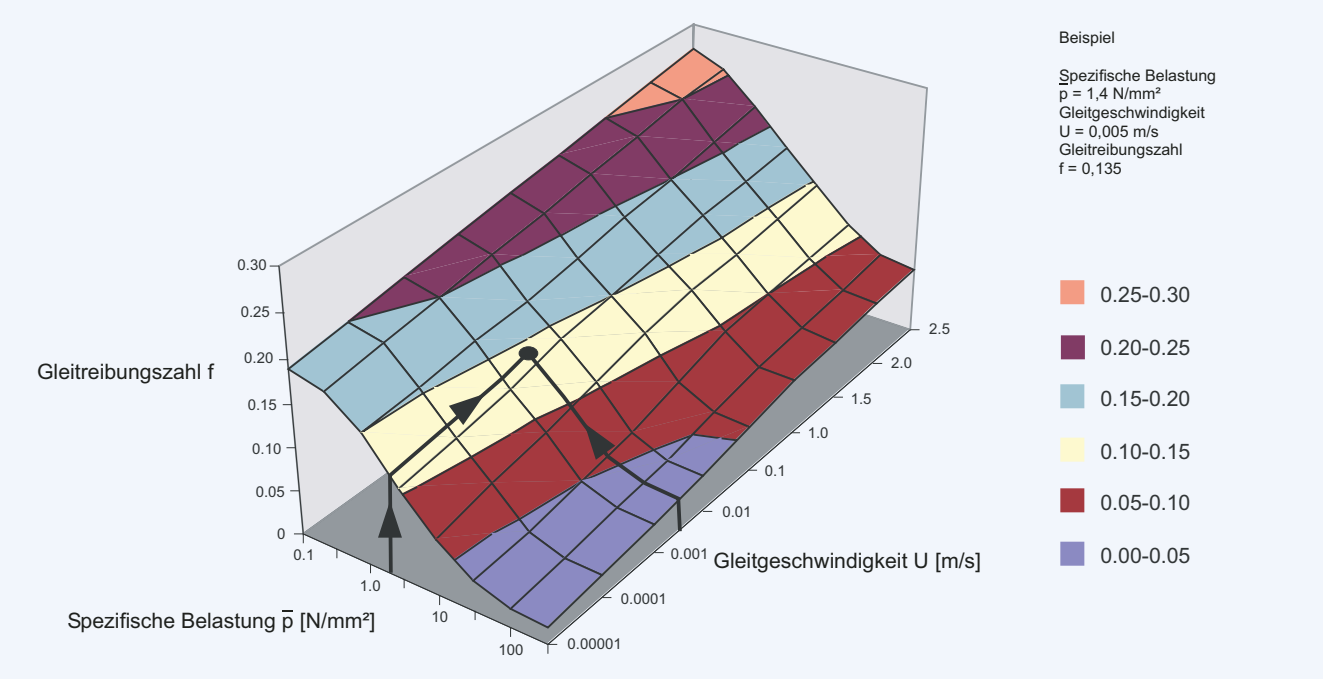


Abb. 9: Gleitreibungszahl f in Abhängigkeit von p̄ und T bei T = 25 °C

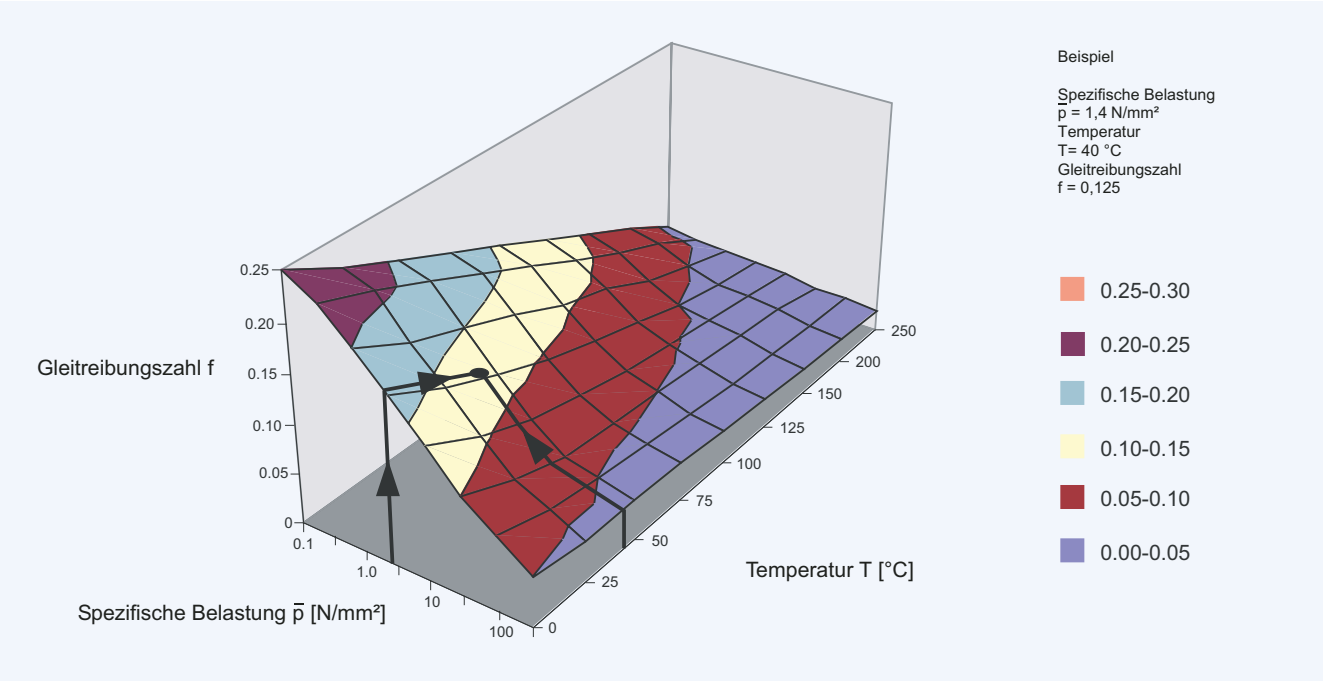


Abb. 10: Gleitreibungszahl f in Abhängigkeit von p̄ und U bei U = 0,01 m/s

3 Lebensdauer

3.1 Berechnung und Korrekturfaktoren

Die rechnerische Vorausbestimmung der Lebensdauer ist problematisch, weil die äußeren Bedingungen nicht genau erfasst werden können. Mit der nachfolgenden Berechnungsmethode wird die zu erwartende Lebensdauer annähernd geschätzt.

Bei der Ermittlung der Betriebslebensdauer oder bei der Berechnung der Dimensionen von DU-Lagern bestehen Abhängigkeiten von:

- maximal zulässige spezifische Belastung $\bar{p}_{lim}$
- $\bar{p}$U -Faktor
- Oberflächengüte der Gegenlauffläche R_a
- Material des Gegenlaufkörpers
- Temperatur T
- Umgebungseinflüsse (Gehäuseausführung, Schmutz, Schmiermittel, Kantenpressung).

Letztere lassen sich kaum berechnen. Deshalb muss die Lebensdauer auf der Basis von Korrekturfaktoren ermittelt werden. Gegebenenfalls müssen Versuche durchgeführt werden, um diese Werte zu überprüfen.

Berechnungsmethoden

Es gibt zwei verschiedene Berechnungsmethoden:

- die Lebensdauer wird in Abhängigkeit von vorgegebenen Lagerabmessungen ermittelt
- die Lagerabmessungen werden in Abhängigkeit der geforderten Lebensdauer ermittelt.

3.2 Spezifische Lagerbelastung $\bar{p}$

Einen ersten Richtwert für die Druckbelastung liefert die spezifische Lagerbelastung $\bar{p}$.

Buchsen

(3.2.1) [N/mm²]

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

Anlaufscheiben

(3.2.2) [N/mm²]

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

Bundbuchsen (axiale Belastung)

(3.2.3) [N/mm²]

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

Gleitstreifen

(3.2.4) [N/mm²]

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

$\bar{p}$ darf die in Tab. 4, Seite 13 gegebenen zulässigen Werte $\bar{p}_{lim}$ der spezifischen Belastung nicht überschreiten. Die in der Tabelle angegebenen Werte setzen voraus, dass keine Kantenpressung/Fluchtungsfehler zwischen Lager und Welle sind.

Mit steigender spezifischer Belastung ($\bar{p}$ >140 N/mm²) wird die Laufschicht zunehmend verformt. Die DU-Lager sollten dann nur noch im Aussetzbetrieb bei Minimalgeschwindigkeiten eingesetzt werden.

Der Traganteil für Anlaufscheiben ist größer als bei Bundbuchsen in axialer Richtung. Bei hohen Axialkräften sind deshalb Anlaufscheiben vorzuziehen.

3.3 Maximal zulässige spezifische Belastung $\bar{p}_{lim}$

Die Grenze der Belastbarkeit, die ein DU-Lager aufnehmen kann, wird durch $\bar{p}_{lim}$ [N/mm²] ausgedrückt.

Die maximal zulässige spezifische Belastung $\bar{p}$ eines DU-Lagers ist abhängig von der Art der Belastung.

Dynamische oder oszillierende Belastungen reduzieren $\bar{p}_{lim}$.

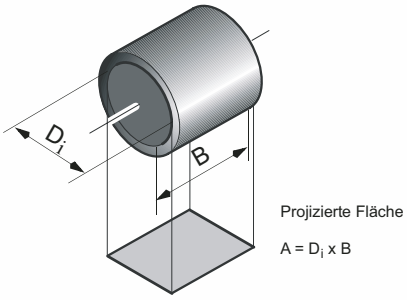


Abb. 11: Projizierte Fläche

Maximal zulässige spezifische Belastung $\bar{p}_{lim}$

Belastungsarten	$\bar{p}_{lim}$ [N/mm²]									
statische Last, rotierende Bewegung	140									
statische Last, oszillierende Bewegung										
$\bar{p}_{lim}$	140	140	115	95	85	80	50	40	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										
$\bar{p}_{lim}$	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 4: Maximalwerte für die spezifische Belastung $\bar{p}_{lim}$

3.4 Gleitgeschwindigkeit U

Bei Gleitgeschwindigkeiten über 2,5 m/s neigt die Gleitfläche zu Überhitzung und verstärktem Verschleiß.

In diesem Fall wird empfohlen, eine thermische Stabilisierung durch intermittierende Einlaufzyklen durchzuführen. Diese sollten anfangs nur wenige Sekunden andauern und anschließend mit zunehmender Dauer durchgeführt werden.

Gleitgeschwindigkeit U [m/s] berechnen

Drehbewegung

Buchsen

(3.4.1) [m/s]

$$U = \frac{D_i \cdot \pi \cdot N}{60 \cdot 10^3}$$

Anlaufscheiben

(3.4.2) [m/s]

$$U = \frac{\frac{D_o + D_i}{2} \cdot \pi \cdot N}{60 \cdot 10^3}$$

Schwenkbewegung

Buchsen

(3.4.3) [m/s]

$$U = \frac{D_i \cdot \pi}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{4\phi \cdot N_{osz}}{360}$$

Anlaufscheiben

(3.4.4) [m/s]

$$U = \frac{\frac{D_o + D_i}{2} \cdot \pi}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{4\phi \cdot N_{osz}}{360}$$

3.5 $\bar{p}U$-Faktor

Die Betriebslebensdauer eines DU-Lagers hängt vom $\bar{p}U$-Faktor ab. Er ist das Produkt aus spezifischer Belastung pro Flächeneinheit $\bar{p}$ [N/mm²] und Gleitgeschwindigkeit U [m/s]. $\bar{p}U$ [N/mm² x m/s] = [W/mm²].

Für Anlaufscheiben und Bundbuchsen wird für die Berechnung in axialer Richtung, die Gleitgeschwindigkeit auf den mittleren Durchmesser bezogen (siehe Tabelle Anlaufscheiben).

Gültigkeitsbereich prüfen

Es muss geprüft werden, ob $\bar{p}$, U und $\bar{p}U$ innerhalb der vorgeschriebenen Bereiche liegen.

Um einen geringen Verschleiß zu erreichen, müssen $\bar{p}$, U und $\bar{p}U$ kleiner als die angegebenen Richtwerte sein.

	DU	Einheit
$\bar{p}$	140	N/mm²
U	2,5	m/s
$\bar{p}U$ Dauerbetrieb	1,8	N/mm² x m/s
$\bar{p}U$ Aussetzbetrieb	3,6	N/mm² x m/s

Tabelle 5: Gültigkeitsbereiche

$\bar{p}U$-Faktor [N/mm² x m/s] berechnen

(3.5.1) [N/mm² x m/s]

$$\bar{p}U = \bar{p} \cdot U$$

3.6 Korrekturfaktoren

Die Korrekturfaktoren sind Erfahrungswerte aus umfangreicher praktischer Erprobung. Sie können aus den folgenden Diagrammen und Tabellen entnommen werden.

Temperatur

Die Betriebslebensdauer von DU-Lagern hängt unter anderem von der Betriebstemperatur ab. Sie wird beeinflusst durch:

- die Umgebungstemperatur
- die Wärmeabfuhr durch Welle, Lager und Gehäuse
- die Einschaltdauer.

Der Korrekturfaktor a_T berücksichtigt den Einfluss der Temperatur.

Betriebsbedingungen	Art des Gehäuses	Lagerumgebungstemperatur T_{amb} [°C] und Temperatur-Korrekturfaktor a_T					
		25	60	100	150	200	280
Dauerbetrieb, trocken	Normale Wärmeableitung	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
Dauerbetrieb, trocken	Leichte Pressteile oder isolierte Gehäuse mit schlechter Wärmeableitung	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	-
Dauerbetrieb, trocken	Nichtmetallische Gehäuse mit sehr schlechter Wärmeableitung	0,3	0,3	0,2	0,1	-	-
Aussetzbetrieb, trocken (Laufzeit weniger als 2 min., gefolgt von längeren Stillstandszeiten)	Normale Wärmeableitung	2,0	1,6	1,2	0,8	0,4	0,2
Dauerbetrieb in Wasser		2,0	1,5	0,6	-	-	-
Wechselbetrieb in Wasser und Trockenlauf		0,2	0,1	-	-	-	-
Dauerbetrieb in nichtschmierenden Flüssigkeiten (außer Wasser)		1,5	1,2	0,9	0,6	0,3	0,1
Dauerbetrieb in Schmiermittel		3,0	2,5	2,0	1,5	-	-

Tabelle 6: Temperatur-Korrekturfaktoren a_T

Gegenwerkstoff

Die Härte des Gegenwerkstoffes hat keinen Einfluss auf die Lebensdauer bei Trokkenlauf. Der Einfluss der Materialzusammensetzung des Gegenwerkstoffes wird durch den Korrekturfaktor a_M berücksichtigt. Aus diesem Korrekturfaktor ergibt sich dann die Lebensdauer-Korrekturkonstante a_L.

Gegenwerkstoff	a_M	a_L
Stahl und Grauguss		
Unlegierter Stahl	1	200
Kohlenstoff-Mangan-Stahl	1	200
Legierter Stahl	1	200
Einsatzgehärteter Stahl	1	200
Nitrierter Stahl	1	200
Badnitrierter Stahl	1	200
Rostfreier Stahl (7-10 % Ni, 17-20 % Cr)	2	200
Rostfreier Stahl aufgespritzt	1	200
Grauguss (Mittelwert R_a = 0,3 µ)	1	200

Gegenwerkstoff	a_M	a_L
Stähle mit Oberflächenbehandlung (Schichtdicke min. 0,013 mm)		
Cadmium	0,2	600
Hartchrom	2,0	600
Blei	1,5	600
Nickel	0,2	600
Phosphatiert	0,2	300
Zinn-Nickel	1,2	600
Titannitrid	1,0	600
Wolframkarbid (flammgespritzt)	3,0	600
Zink	0,2	600
Nichteisenmetalle		
Aluminiumlegierungen	0,4	200
Bronze und Legierungen auf Kupferbasis	0,1-0,4	200
Harteloxiertes Aluminium (Schichtdicke 0,025 mm)	3,0	600

Tabelle 7: Korrekturfaktor für den Gegenwerkstoff a_M und Korrekturkonstante für die Lebensdauer a_L

Anmerkungen:

Die Werte für a_M und a_L basieren auf einem Mittenrauhwert der Gegenlauffläche

- geschliffen ist besser als feingedreht
- abrasive Partikel nach der Bearbeitung entfernen
- Grauguss-Oberflächen auf R_a <0,3 µm schleifen

von $R_a \leq 0{,}4$ µm. Dies entspricht R_z 1,6-2,5 µm. Es gilt:

- Schleifrichtung = Laufrichtung
- für geringe Ansprüche gezogene Wellen verwenden.

Lagergröße

Das Lagerspiel wird mit zunehmendem Lagerdurchmesser größer. Dadurch wird die Berührungsfläche zwischen Lager und Welle im Verhältnis zum Durchmesser kleiner (siehe Abb. 12). Somit erhöht sich die spezifische Belastung $\bar{p}$ und dadurch auch der $\bar{p}$U-Faktor.

Dies berücksichtigt der Lagergrößen-Korrekturfaktor a_B, der auch bei Anlaufscheiben angewendet wird (siehe Abb. 13).

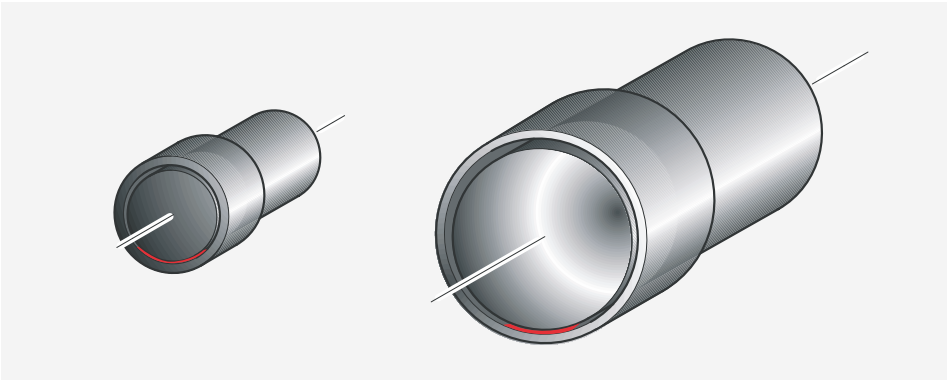


Abb. 12: Berührungsflächen zwischen Lager und Welle

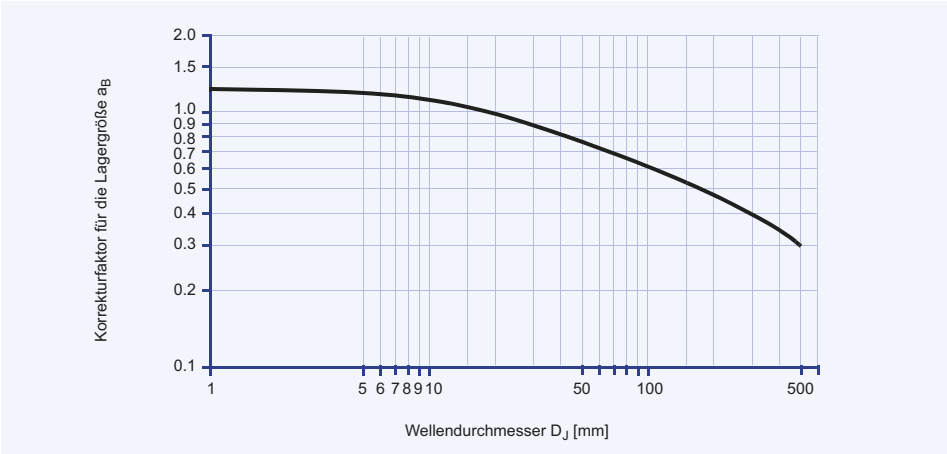


Abb. 13: Korrekturfaktor für die Lagergröße a_B der Lagerlauffläche

Nachbearbeiten der Lagerlauffläche

DU Buchsen werden im allgemeinen einbaufertig geliefert, so dass eine Nachbearbeitung der Lagerlauffläche entfällt. In Sonderfällen kann durch Kalibrieren oder spanende Feinstbearbeitung ein kleineres Lagerspiel mit geringerer Spielstreuung erreicht werden. Dies führt jedoch in der Regel zu einer geringeren Lagerleistung (siehe Gl. (3.8.13), Seite 19). Der Korrekturfaktor a_C berücksichtigt dies. Ausführung des Kalibrierdorns und Richtwerte für den angestrebten Buchsen-Innendurchmesser siehe Abb. 24 und Tabelle 14.

Umfang der Nacharbeit		Korrektur-Faktor a_C
Nachkalibrieren: Aufmaß des Kalibrierdorns über Buchsen-Istmaßdurchmesser	0,025 mm	0,8
	0,038 mm	0,6
	0,050 mm	0,3
Feinbearbeitung: Schnittiefe	0,025 mm	0,6
	0,038 mm	0,3
	0,050 mm	0,1

Tabelle 8: Korrekturfaktor a_C für die Nacharbeit

Belastungsart

Die Art der Belastung ist in den Gleichungen (3.8.9), Seite 19 und (3.8.10), Seite 19 berücksichtigt.

Punktlast (Buchse steht, Welle dreht)

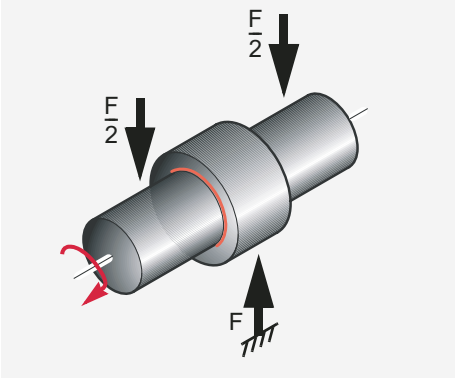


Abb. 14: Punktlast

Umfangslast (Welle steht, Buchse dreht)

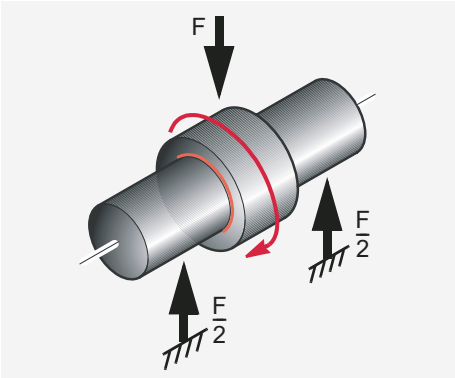


Abb. 15: Umfangslast

3.7 Berechnung der Lagerabmessungen

Bei der Auslegung einer Lagerstelle ist normalerweise der Wellendurchmesser bestimmend, da dessen Formgebung und Festigkeit ausschlaggebend sind.

Die nachfolgenden Berechnungsformeln ermöglichen es dem Konstrukteur, die erforderliche Buchsenbreite bzw. die Differenz $D_o - D_i$ einer Anlaufscheibe zu berechnen. Dabei werden berücksichtigt:

- der Grenzwert der spezifischen Belastung $\bar{p}_{lim}$
- das Verhältnis $\bar{p}U/L_H$

Sofern sich die Lagerbreite um mehr als 2 x D_i (Lagerinnendurchmesser) ergibt, wird der Hinweis auf zu hohe Belastung des DU-Materials gegeben. Unter Umständen ist eine geänderte Lageranordnung oder Abmessungsvergrößerung möglich, um die Belastung zu reduzieren.

Mit den ermittelten Werten kann jetzt die nominelle Lebensdauer anhand der folgenden Formeln berechnet werden.

Buchsen, Punktlast (Welle rotiert, Buchse steht)

(3.7.1) [mm]

$$B = \frac{F \cdot N \cdot (L_H + a_L)}{1{,}25 \cdot 10^7 \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} + \frac{F}{\bar{p}_{lim} \cdot D_i}$$

Buchsen, Umfangslast (Welle steht, Buchse rotiert mit Last)

(3.7.2) [mm]

$$B = \frac{F \cdot N \cdot (L_H + a_L)}{2{,}5 \cdot 10^7 \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} + \frac{F}{\bar{p}_{lim} \cdot D_i}$$

Anlaufscheiben

(3.7.3) [mm]

$$D_o - D_i = \frac{F \cdot N \cdot (L_H + a_L)}{1{,}25 \cdot 10^7 \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} + \sqrt{D_i^2 + \frac{1{,}3\,F}{\bar{p}_{lim}}} - D_i$$

Gleitstreifen

(3.7.4) [mm²]

$$A = \frac{2{,}38 \cdot F \cdot U(L_H + a_L)}{10^3 \cdot a_T \cdot a_M} \cdot \frac{(L + L_S)}{L} + \frac{F}{\bar{p}_{lim}}$$

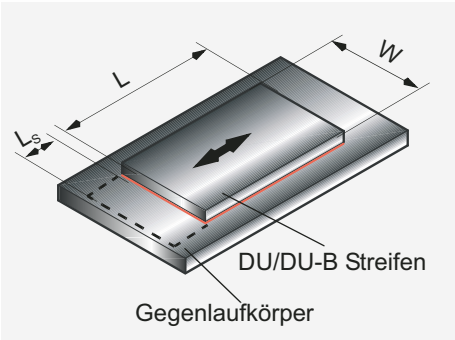


Abb. 16: Gleitstreifen

3.8 Berechnung der Lebensdauer

Bestimmt der vorhandene Raum die Lagergröße, kann mit der nachfolgenden Berechnungsmethode die Lebensdauer L_H ermittelt werden. Ist der ermittelte Wert für die Lebensdauer L_H unbefriedigend, müssen die Lagerabmessungen dimensional angepasst werden.

Spezifische Belastung $\bar{p}$ berechnen

Buchsen

(3.8.1) [N/mm²]

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

Anlaufscheiben

(3.8.3) [N/mm²]

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

Bundbuchsen

(3.8.2) [N/mm²]

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

Hochlastfaktor a_E berechnen

(3.8.4) [–]

$$a_E = \frac{\bar{p}_{lim} - \bar{p}}{\bar{p}_{lim}}$$

$\bar{p}_{lim}$ siehe Tab. 4, Seite 13

Wird a_E negativ, ist das Lager überlastet. Durchmesser oder Breite müssen verändert werden.

Korrigierten $\bar{p}U$ -Faktor berechnen

Buchsen

(3.8.5) [N/mm² x m/s]

$$\bar{p}U = \frac{5{,}25 \cdot 10^{5} F \cdot N}{a_E \cdot B \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B}$$

Anlaufscheiben

(3.8.7) [N/mm² x m/s]

$$\bar{p}U = \frac{3{,}34 \cdot 10^{5} F \cdot N}{a_E \cdot (D_o - D_i) \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B}$$

Bundbuchsen

(3.8.6) [N/mm² x m/s]

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

Bei oszillierenden Bewegungen ergibt sich die mittlere Drehzahl mit:

(3.8.8) [1/min]

$$N = \frac{4\phi \cdot N_{osz}}{360}$$

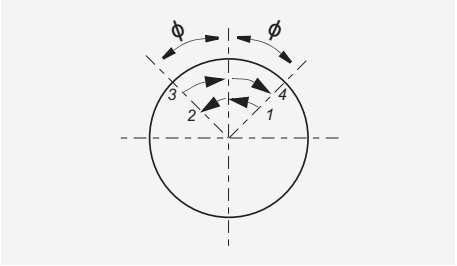


Abb. 17: Schwenkwinkel ϕ

Lebensdauer L_H berechnen

Buchsen (Punktlast)

(3.8.9) [h]

$$L_H = \frac{615}{\bar{p}U} - a_L$$

a_L siehe Tab. 7, Seite 15

Bundbuchsen (axial belastet)

(3.8.11) [h]

$$L_H = \frac{410}{\bar{p}U} - a_L$$

Buchsen (Umfangslast)

(3.8.10) [h]

$$L_H = \frac{1230}{\bar{p}U} - a_L$$

a_L siehe Tab. 7, Seite 15

Anlaufscheiben

(3.8.12) [h]

$$L_H = \frac{410}{\bar{p}U} - a_L$$

Einfluss durch Kalibrieren, Nachbearbeiten

Da das Kalibrieren die Lebensdauer beeinflusst, muss die rechnerische Lebensdauer mit dem Korrekturfaktor für das Kalibrieren a_C (Abb. 24, Seite 28) korrigiert werden.

Lebensdauer

(3.8.13) [h]

$$L_H = L_H \cdot a_C$$

a_C siehe Tab. 8, Seite 16

Gleitstreifen

Faktor für den Einfluss der spezifischen Lagerbelastung

(3.8.14) [–]

$$a_{E1} = A - \frac{F}{\bar{p}_{lim}}$$

Bei negativem Ergebnis ist das Lager überlastet. Die Gleitlager-Oberfläche muss vergrößert werden.

Faktor für den Einfluss von Temperatur und Gegenwerkstoff

(3.8.15) [–]

$$a_{E2} = \frac{420 \cdot a_T \cdot a_M}{F \cdot U}$$

a_T siehe Tab. 6, Seite 14
a_M siehe Tab. 7, Seite 15

Faktor für den Einfluss der relativen Gegenlauffläche

(3.8.16) [–]

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

Lebensdauer

(3.8.17) [h]

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

Sehr niedrige Lagerbelastungen oder Gleitgeschwindigkeiten führen bei Gleitlagern zu unrealistischen Richtwerten für die Lebensdauer. Bei einer rechnerischen Lebensdauer >4000 h kann die tatsächliche Betriebslebensdauer stark vom berechneten Wert abweichen. Äußere Einflüsse (s. o.) wirken stärker als der rechnerische Verschleiß.

Für Schwenkbewegungen oder dynamische Belastung: Berechne die angenäherte Anzahl der Schwenkbewegungen Z_T.

$Z_T = L_H \times N_{osz} \times 60$ (für Schwenkbewegungen) (3.8.18).

$Z_T = L_H \times C \times 60$ (für dynamische Belastungen) (3.8.19).

Prüfe, ob $Z_T < Q$ (Tab. 4, Seite 13) für die tatsächliche spezifische Lagerbelastung $\bar{p}$.

Wenn $Z_T < Q$, L_H wird begrenzt durch Verschleiß nach Z Belastungszyklen.

Wenn $Z_T > Q$, L_H wird begrenzt durch Ermüdung nach Q Belastungszyklen.

3.9 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	50 1/min
	Dauerbetrieb		

Berechnungs- und Korrekturfaktoren		
Grenzwert $\bar{p}_{lim}$	140 N/mm²	(Tab. 4, Seite 13)
Temperatur-Korrekturfaktor a_T	1,0	(Tab. 6, Seite 14)
Werkstoff-Korrekturfaktor a_M	1,0	(Tab. 7, Seite 15)
Lagergrößen-Korrekturfaktor a_B	0,85	(Abb. 13, Seite 16)
Lebensdauer-Korrekturfaktor a_L	200	(Tab. 7, Seite 15)

Berechnung	Gl.- Nr.	Ergebnis
Spezifische Belastung $\bar{p}$ [N/mm²]	(3.2.1), Seite 12	$\bar{p}=\frac{F}{D_i \cdot B}=\frac{5000}{40 \cdot 30}=4{,}17$
Gleitgeschwindigkeit U [m/s]	(3.4.1), Seite 13	$U=\frac{D_i \cdot \pi \cdot N}{60 \cdot 10^3}=\frac{40 \cdot 3{,}14 \cdot 50}{60 \cdot 10^3}=0{,}105$
$\bar{p}U$-Wert (vergleichen mit Werten aus Tab. 5, Seite 14)	(3.5.1), Seite 14	$\bar{p}U=\bar{p} \cdot U=4{,}17 \cdot 0{,}105=0{,}438$
Hochlastfaktor a_E [-] (muss >0 sein)	(3.8.4), Seite 18	$a_E=\frac{\bar{p}_{lim}-\bar{p}}{\bar{p}_{lim}}=\frac{140-4{,}17}{140}=0{,}97$
Korrigierter $\bar{p}U$-Faktor [N/mm² x m/s]	(3.8.5), Seite 18	$\bar{p}U=\frac{5{,}25 \cdot 10^{-5} F \cdot N}{a_E \cdot B \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B}=0{,}53$
Lebensdauer L_H [h]	(3.8.9), Seite 19	$L_H=\frac{615}{\bar{p}U}-a_L=\frac{615}{0{,}53}-200=960$

Zylindrische Buchse

Gegeben:			
Belastungsart	Dynamische Belastung	Innendurchmesser D_i	30 mm
	Rotierende Bewegung	Buchsenbreite B	30 mm
Welle	Stahl	Lagerkraft F	25000 N
	Trockenlauf bei 25 °C	Drehzahl N	15 1/min
	Dauerbetrieb	Arbeitsspiele C	150

Berechnungs- und Korrekturfaktoren		
Grenzwert $\bar{p}_{lim}$	60 N/mm²	(Tab. 4, Seite 13)
Temperatur-Korrekturfaktor a_T	1,0	(Tab. 6, Seite 14)
Werkstoff-Korrekturfaktor a_M	1,0	(Tab. 7, Seite 15)
Lagergrößen-Korrekturfaktor a_B	1	(Abb. 13, Seite 16)
Lebensdauer-Korrekturfaktor a_L	200	(Tab. 7, Seite 15)

Berechnung	Gl.- Nr.	Ergebnis
Spezifische Belastung $\bar{p}$ [N/mm²]	(3.2.1), Seite 12	$\bar{p}=\frac{F}{D_i \cdot B}=\frac{25000}{30 \cdot 30}=27{,}78$
Gleitgeschwindigkeit U [m/s]	(3.4.1), Seite 13	$U=\frac{D_i \cdot \pi \cdot N}{60 \cdot 10^3}=\frac{30 \cdot 3{,}14 \cdot 15}{60000}=0{,}024$
$\bar{p}U$-Wert (vergleichen mit Werten aus Tab. 5, Seite 14)	(3.5.1), Seite 14	$\bar{p}U=\bar{p} \cdot U=27{,}78 \cdot 0{,}024=0{,}67$
Hochlastfaktor a_E [-] (muss >0 sein)	(3.8.4), Seite 18	$a_E=\frac{\bar{p}_{lim}-\bar{p}}{\bar{p}_{lim}}=\frac{60-27{,}78}{60}=0{,}54$
Korrigierter $\bar{p}U$-Faktor [N/mm² x m/s]	(3.8.5), Seite 18	$\bar{p}U=\frac{5{,}25 \cdot 10^{-5} F \cdot N}{a_E \cdot B \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B}=\frac{19{,}93}{16{,}20}=1{,}23$
Lebensdauer L_H [h]	(3.8.9), Seite 19	$L_H=\frac{615}{\bar{p}U}-a_L=\frac{615}{1{,}23}-200=350$
Anzahl der Belastungszyklen	(3.8.19), Seite 17 Tab. 4, Seite 13	$Z_T=L_H \cdot C \cdot 60=350 \cdot 60 \cdot 60=350 \cdot 10^6$ Q für 27,78 N/mm² = Lager versagt nach 10^5 Belastungszyklen (=28 h)

Zylindrische Buchse

Gegeben:			
Belastungsart	Statische Belastung Umfangslast	Innendurchmesser D_i	50 mm
	Rotierende Bewegung	Buchsenbreite B	50 mm
Welle	Stahl	Lagerkraft F	10000 N
	Trockenlauf bei 100 °C	Drehzahl N	50 1/min
	Dauerbetrieb		

Berechnungs- und Korrekturfaktoren		
Grenzwert $\bar{p}_{lim}$	60 N/mm²	(Tab. 4, Seite 13)
Temperatur-Korrekturfaktor a_T	0,6	(Tab. 6, Seite 14)
Werkstoff-Korrekturfaktor a_M	1,0	(Tab. 7, Seite 15)
Lagergrößen-Korrekturfaktor a_B	0,78	(Abb. 13, Seite 16)
Lebensdauer-Korrekturfaktor a_L	200	(Tab. 7, Seite 15)

Berechnung	Gl.- Nr.	Ergebnis
Spezifische Belastung $\bar{p}$ [N/mm²]	(3.2.1), Seite 12	$\bar{p}=\frac{F}{D_i \cdot B}=\frac{10000}{50 \cdot 50}=4{,}0$
Gleitgeschwindigkeit U [m/s]	(3.4.1), Seite 13	$U=\frac{D_i \cdot \pi \cdot N}{60 \cdot 10^3}=\frac{50 \cdot 3{,}14 \cdot 50}{60000}=0{,}131$
$\bar{p}U$-Wert (vergleichen mit Werten aus Tab. 5, Seite 14)	(3.5.1), Seite 14	$\bar{p}U=\bar{p} \cdot U=4{,}0 \cdot 0{,}131=0{,}524$
Hochlastfaktor a_E [-] (muss >0 sein)	(3.8.4), Seite 18	$a_E=\frac{\bar{p}_{lim}-\bar{p}}{\bar{p}_{lim}}=\frac{60-4{,}0}{60}=0{,}93$
Korrigierter $\bar{p}U$-Faktor [N/mm² x m/s]	(3.8.5), Seite 18	$\bar{p}U=\frac{5{,}25 \cdot 10^{-5} \cdot F \cdot N}{a_E \cdot B \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B}=\frac{26{,}250}{25{,}038}=1{,}20$
Lebensdauer L_H [h]	(3.8.9), Seite 19	$L_H=\frac{1230}{\bar{p}U}-a_L=\frac{1230}{1{,}20}-200=825$

Zylindrische Buchse

Gegeben:			
Belastungsart	Statische Belastung	Innendurchmesser D_i	45 mm
	Oszillierende Bewegung	Buchsenbreite B	40 mm
Welle	Rostfreier Stahl	Lagerkraft F	40000 N
	Trockenlauf bei 25 °C	Arbeitsspiele C	150
	Dauerbetrieb	Schwenkwnkel ϕ	20°

Berechnungs- und Korrekturfaktoren		
Grenzwert $\bar{p}_{lim}$	140 N/mm²	(Tab. 4, Seite 13)
Temperatur-Korrekturfaktor a_T	1,0	(Tab. 6, Seite 14)
Werkstoff-Korrekturfaktor a_M	2,0	(Tab. 7, Seite 15)
Lagergrößen-Korrekturfaktor a_B	0,81	(Abb. 13, Seite 16)
Lebensdauer-Korrekturfaktor a_L	200	(Tab. 7, Seite 15)

Berechnung	Gl.- Nr.	Ergebnis
Spezifische Belastung $\bar{p}$ [N/mm²]	(3.2.1), Seite 12	$\bar{p}=\frac{F}{D_i \cdot B}=\frac{40000}{45 \cdot 40}=22{,}22$
Gleitgeschwindigkeit U [m/s]	(3.4.1), Seite 13	$U=\frac{D_i \cdot \pi \cdot N}{60 \cdot 10^3}=\frac{45 \cdot 3{,}14 \cdot 33{,}33}{60000}=0{,}078$
Mittlere Drehzahl N [1/min]	(3.8.8), Seite 18	$N=\frac{4\phi \cdot N_{osz}}{360}=\frac{4 \cdot 20 \cdot 150}{360}=33{,}33$
$\bar{p}U$-Wert (vergleichen mit Werten aus Tab. 5, Seite 14)	(3.5.1), Seite 14	$\bar{p}U=\bar{p} \cdot U=22{,}22 \cdot 0{,}078=1{,}733$
Hochlastfaktor a_E [-] (muss >0 sein)	(3.8.4), Seite 18	$a_E=\frac{\bar{p}_{lim}-\bar{p}}{\bar{p}_{lim}}=\frac{140-22{,}22}{140}=0{,}84$
Korrigierter $\bar{p}U$-Faktor [N/mm² x m/s]	(3.8.5), Seite 18	$\bar{p}U=\frac{5{,}25 \cdot 10^{-5} \cdot F \cdot N}{a_E \cdot B \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B}=\frac{69{,}993}{77{,}112}=1{,}29$
Lebensdauer L_H [h]	(3.8.9), Seite 19	$L_H=\frac{615}{\bar{p}U}-a_L=\frac{615}{1{,}29}-200=277$
Anzahl der Belastungszyklen	(3.8.19), Seite 17 Tab. 4, Seite 13	$Z_T=L_H \cdot C \cdot 60=277 \cdot 150 \cdot 60=2{,}5 \cdot 10^6$ Q für 22,22 N/mm² = 10^8 Lagerung o.k.!

Anlaufscheibe

Gegeben:			
Belastungsart	Axiale Belastung	Außendurchmesser D_o	62 mm
	Rotierende Bewegung	Innendurchmesser D_i	38 mm
Welle	Stahl	Lagerkraft F	6500 N
	Trockenlauf bei 25 °C	Drehzahl N	60 1/min
	Dauerbetrieb		

Berechnungs- und Korrekturfaktoren		
Grenzwert $\bar{p}_{lim}$	140 N/mm²	(Tab. 4, Seite 13)
Temperatur-Korrekturfaktor a_T	1,0	(Tab. 6, Seite 14)
Werkstoff-Korrekturfaktor a_M	1,0	(Tab. 7, Seite 15)
Lagergrößen-Korrekturfaktor a_B	0,85	(Abb. 13, Seite 16)
Lebensdauer-Korrekturfaktor a_L	200	(Tab. 7, Seite 15)

Berechnung	Gl.- Nr.	Ergebnis
Spezifische Belastung $\bar{p}$ [N/mm²]	(3.8.3), Seite 18	$\bar{p}=\frac{4\cdot F}{\pi\cdot(D_o^2-D_i^2)}=\frac{4\cdot 6500}{3{,}14\cdot(62^2-38^2)}=3{,}45$
Gleitgeschwindigkeit U [m/s]	(3.4.2), Seite 13	$U=\frac{\frac{D_o+D_i}{2}\cdot\pi\cdot N}{60\cdot 10^3}=\frac{\frac{62+38}{2}\cdot 3{,}14\cdot 60}{60000}=0{,}157$
$\bar{p}U$-Wert (vergleichen mit Werten aus Tab. 5, Seite 14)	(3.5.1), Seite 14	$\bar{p}U=\bar{p}\cdot U=3{,}45\cdot 0{,}157=0{,}541$
Hochlastfaktor a_E [-]	(3.8.4), Seite 18	$a_E=\frac{\bar{p}_{lim}-\bar{p}}{\bar{p}_{lim}}=\frac{140-3{,}45}{140}=0{,}98$
Korrigierter $\bar{p}U$-Faktor [N/mm² x m/s]	(3.8.7), Seite 18	$\bar{p}U=\frac{3{,}34\cdot 10^{-5}\cdot F\cdot N}{a_E\cdot(D_o-D_i)\cdot a_T\cdot a_M\cdot a_B}=\frac{13{,}026}{21{,}012}=0{,}65$
Lebensdauer L_H [h]	(3.8.12), Seite 19	$L_H=\frac{410}{\bar{p}U}\cdot a_L=\frac{410}{0{,}65}\cdot 200=431$

Bundbuchse

Gegeben:			
Belastungsart	Axiale Belastung	Bundaußendurchmesser D_{fl}	23 mm
	Rotierende Bewegung	Innendurchmesser D_i	15 mm
Welle	Stahl	Lagerkraft F	250 N
	Trockenlauf bei 25 °C	Drehzahl N	25 1/min
	Dauerbetrieb		

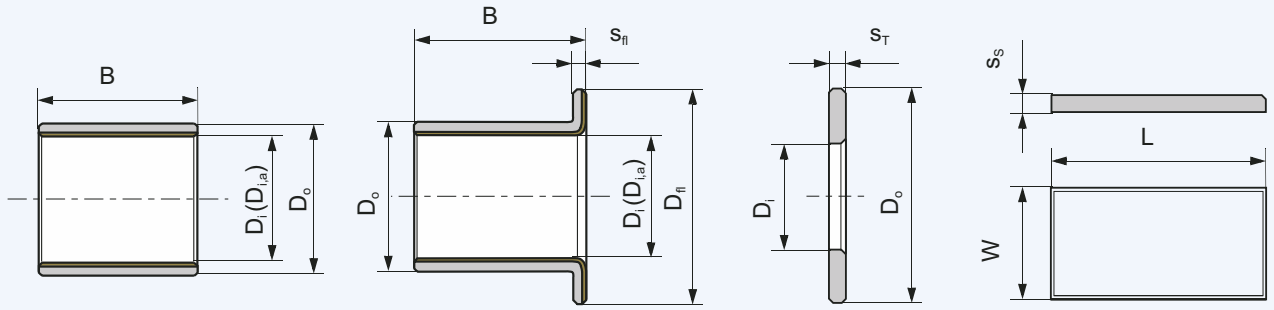
Berechnungs- und Korrekturfaktoren		
Grenzwert $\bar{p}_{lim}$	140 N/mm²	(Tab. 4, Seite 13)
Temperatur-Korrekturfaktor a_T	1,0	(Tab. 6, Seite 14)
Werkstoff-Korrekturfaktor a_M	1,0	(Tab. 7, Seite 15)
Lagergrößen-Korrekturfaktor a_B	1,0	(Abb. 13, Seite 16)
Lebensdauer-Korrekturfaktor a_L	200	(Tab. 7, Seite 15)

Berechnung	Gl.- Nr.	Ergebnis
Spezifische Belastung $\bar{p}$ [N/mm²]	(3.2.2), Seite 12	$\bar{p}=\frac{F}{0{,}04\cdot(D_{fl}^2-D_i^2)}=\frac{250}{\pi\cdot(23^2-15^2)}=20{,}55$
Gleitgeschwindigkeit U [m/s]	(3.4.2), Seite 13	$U=\frac{\frac{D_{fl}+D_i}{2}\cdot\pi\cdot N}{60\cdot 10^3}=\frac{\frac{23+15}{2}\cdot 3{,}14\cdot 25}{60000}=0{,}025$
$\bar{p}U$-Wert (vergleichen mit Werten aus Tab. 5, Seite 14)	(3.5.1), Seite 14	$\bar{p}U=\bar{p}\cdot U=20{,}55\cdot 0{,}025=0{,}513$
Hochlastfaktor a_E [-]	(3.8.4), Seite 18	$a_E=\frac{\bar{p}_{lim}-\bar{p}}{\bar{p}_{lim}}=\frac{140-20{,}55}{140}=0{,}85$
Korrigierter $\bar{p}U$-Faktor [N/mm² x m/s]	(3.8.6), Seite 18	$\bar{p}U=\frac{6{,}5\cdot 10^{-4}\cdot F\cdot N}{a_E\cdot(D_{fl}-D_i)\cdot a_T\cdot a_M\cdot a_B}=\frac{4{,}06}{6{,}80}=0{,}59$
Lebensdauer L_H [h]	(3.8.11), Seite 19	$L_H=\frac{410}{\bar{p}U}\cdot a_L=\frac{410}{0{,}59}\cdot 200=495$

4 Datenblatt

Anwendung: _____

4.1 Datenblatt zur Gleitlagerauslegung



☐ Buchse ☐ Bundbuchse ☐ Anlaufscheibe ☐ Gleitstreifen ☐ Sonderteil (Skizze/Zeichnung)

☐ Rotationsbewegung ☐ Punktlast ☐ Umfangslast ☐ Schwenkbewegung ☐ Linearbewegung

☐ Bestehende Konstruktion ☐ Neukonstruktion

Stückzahl		

Abmessungen in mm

Innendurchmesser	D_i	
Außendurchmesser	D_o	
Buchsenbreite	B	
Bunddurchmesser	D_{fl}	
Bunddicke	s_{fl}	
Länge des Gleitstreifens	L	
Breite des Gleitstreifens	W	
Dicke des Gleitstreifens	s_S	

Belastung

Radialkraft	F [N]	
alternativ spez. Belastung	$\bar{p}$ [N/mm²]	
Nennbelastung/Axialkraft	F [N]	
alternativ Flächenbelastung	$\bar{p}$ [N/mm²]	

Bewegung

Drehzahl	N [1/min]	
Gleitgeschwindigkeit	U [m/s]	
Hublänge	L_S [mm]	
Doppelhübe	[1/min]	
Schwenkwinkel	ϕ [°]	
Schwenkfrequenz	N_{osz} [1/min]	

Betriebszeit in Stunden pro Tag

Dauerbetrieb	
Aussetzbetrieb	
Einschaltdauer	
Tage/Jahr	

Passungen und Toleranzen

Welle	D_J	
Lageraufnahme	D_H	

Umgebungsbedingungen

Umgebungstemperatur	T_{amb} [°]	
Normale Wärmeableitung		☐
Leichte Pressteile oder isolierte Gehäuse mit schlechter Wärmeableitung		☐
Nichtmetallische Gehäuse mit schlechter Wärmeableitung		☐
Wechselbetrieb in Wasser und Trockenlauf		☐

Gegenwerkstoff

Werkstoff-Nr./Typ		
Härte	HB/HRC	
Rauheit	R_a [µm]	

Schmierung

Trockenlauf	☐
Dauerschmierung	☐
Mediumschmierung	☐
Initialschmierung	☐
Hydrodynamische Schmierung	☐
Medium	
Schmierstoff	
Dynamische Viskosität η	

Lebensdauer

Gewünschte Betriebslebensdauer L_H [h]	

Kunden-Stammdaten
Firma:
Straße: PLZ,Ort:

Projekt:
Ansprechpartner:
Tel./Fax:

Datum, Unterschrift

5 Schmierung

DU wurde für Trockenlauf entwickelt. Aber auch beim Einsatz mit Schmiermitteln stellt sich ein ausgezeichnetes Betriebsverhalten ein.

Bei Initialschmierung wird regelmäßige Nachschmierung empfohlen.

Geschmierte DU-Lager (Wasser, Öl, Fett etc.) zeigen einen vermehrten Verschleiß, wenn abwechselnd trocken und geschmiert gefahren wird.

5.1 Schmierstoffe

Eignungsversuch

Als Schmierstoffe kommen alle Medien in Frage, die das Material des DU-Lagers chemisch nicht angreifen. Ist die Eignung eines Mediums als Schmierstoffe zweifelhaft, wird folgender Versuch vorgeschlagen:

- DU-Materialprobe 2-3 Wochen in das Betriebsmedium legen
- Temperatur 15-20 °C über der voraussichtlichen Betriebstemperatur

Die Flüssigkeit ist nicht geeignet, wenn:

- sich die Wanddicke wesentlich ändert
- deutliche Farbänderungen an der Laufläche sichtbar werden (außer vernachlässigbaren Farbflecken)
- erkennbar wird, dass sich die Mikrostruktur der Bronze-Zwischenschicht verändert.

5.2 Tribologische Betriebszustände

Die Dicke des Schmiermittelfilmes zwischen Lager- und Gegenlauffläche bestimmt den tribologischen Betriebszustand

- Hydrodynamische Schmierung
- Mischreibung
- Trockenlauf

Welcher Betriebszustand eintritt, ist abhängig von folgenden Größen

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

Hydrodynamische Schmierung

Hydrodynamische Schmierung (Bereich 3, Abb. 21, Seite 25) entsteht bei höheren Geschwindigkeiten (wenn die Übergangsdrehzahl überschritten ist). Es herrscht reine Flüssigkeitsreibung, d.h. die Reibung wird durch die Viskosität der Flüssigkeit bestimmt.

Merkmale:

- vollständige Trennung von Lager und Welle durch den Schmierfilm
- sehr niedrige Gleitreibungszahl von 0,001 bis 0,01
- kein Verschleiß, da kein Kontakt zwischen Lager und Welle

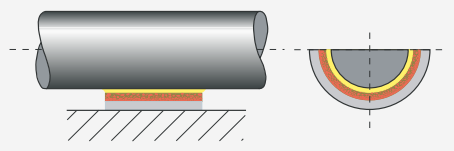


Abb. 18: Hydrodynamische Schmierung

Hydrodynamische Schmierung entsteht, wenn:

(5.2.1) [N/mm²]

$$\bar{p} \leq \frac{U \cdot \eta}{7{,}5} \cdot \frac{B}{D_i}$$

Mischreibung

Mischreibung (Bereich 2, Abb. 21, Seite 25) entsteht, wenn die Drehzahl den Bereich der hydrodynamischen Schmierung noch nicht erreicht hat.

Merkmale:

- hydrodynamische und Festkörper-Reibung
- Lastübertragung teilweise durch komprimierte Schmiermittel, aber auch Festkörper-Kontakt
- Reibwert und Verschleiß abhängig vom hydrodynamischen Traganteil
- auch bei Kraftübertragung durch Festkörperberührung geringe Reib- und Verschleißwerte

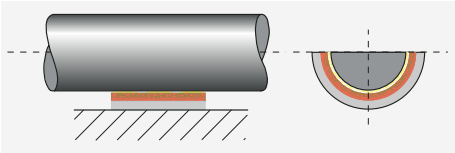


Abb. 19: Mischreibung

Trockenlauf

Trockenlauf (Bereich 1, Abb. 21, Seite 25) entsteht bei niedrigen Drehzahlen. Das Gleitlager läuft tatsächlich als Trockenlager.

Merkmale:

- Berührung von Lager und Welle
- keine Trennung der Oberflächen durch Schmiermittel
- Betriebssicherheit wird durch die richtige Wahl des Gleitlager-Materials beeinflusst
- Abrieb ist möglich bei Berührung von Lager und Welle
- das besondere Trockenlauf-Verhalten von DU minimiert den Verschleiß bei diesen Bedingungen
- die typische Gleitreibungszahl von DU im Bereich des Trockenlaufs liegt bei 0,02 µm bis 0,15 µm.

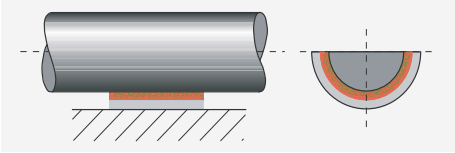


Abb. 20: Trockenlauf

5.3 Gleit- und Reibverhalten

DU ist ganz besonders gut für Anwendungen geeignet, wo keine dauerhafte hydrodynamische Schmierung gewährleistet ist - bei

- **hohen spezifischen Belastungen**
  Im Grenz- und Misch-Reibungsbereich hat DU einen ausgezeichneten Verschleißwiderstand bei geringen Reibwerten.
- **„Start/Stop“ unter Last**
  Im Grenz- und Misch-Reibungsbereich, wenn niedrige Geschwindigkeiten den Aufbau eines hydrodynamischen Schmierfilms verhindern, reduziert DU den Verschleiß und das Anlaufdrehmoment stärker als übliche metallische Gleitlager.
- **Mangelschmierung**
  Spritzöl oder Ölnebelschmierung decken teilweise nicht den optimalen Schmiermittelbedarf. Die Trokkenlaufeigenschaften von DU kommen dabei voll zur Wirkung.
- **Trockenlauf nach Betrieb mit Wasserschmierung**
  Der Betrieb mit Wasserschmierung ohne Hydrodynamik wird einen erhöhten Verschleiß verursachen, da verstärkter Einlaufverschleiß auftritt.

5.4 Konstruktionshinweise

Abb. 21, Seite 25 zeigt die drei tribologischen Betriebsbereiche für normale Betriebsbedingungen. Aus dem Diagramm kann ermittelt werden, welcher Betriebsbereich für das Lager gelten wird.

Um das Diagramm auszuwerten, muss die Viskosität des Schmiermittels bestimmt werden (Tab. 9, Seite 25). Ist die Betriebstemperatur nicht bekannt, kann ein Wert 25 °C über der Umgebungstemperatur angenommen werden.

Bereich 1, Trockenlauf

$\bar{p}U$ bestimmt die Lebensdauer (Berechnung siehe Kapitel Lebensdauer).

Das Ergebnis wird vermutlich unter der tatsächlichen Lebensdauer liegen.

Bereich 2, Mischreibung

$\bar{p}U$ ist nicht mehr bestimmend für die Lebensdauer. Es besteht die Abhängigkeit von Flüssigkeit und Betriebsbedingungen.

Bereich 3, Hydrodynamische Schmierung

Es besteht die Abhängigkeit von der Reinheit des Schmiermittels und der Häufigkeit der Ein-/Auszyklen.

Bereich 4, Bereich höchster Belastung

(hohes $\bar{p}$ oder U oder eine Kombination von beiden).

Es kann eine hohe Temperatur und/oder hoher Verschleiß verursacht werden. Das Lagerbetriebsverhalten kann verbessert werden durch die Anordnung von Schmiernuten und Verbesserung des Mittenrauhwerts der Welle im Bereich <0,05 µmR_a.

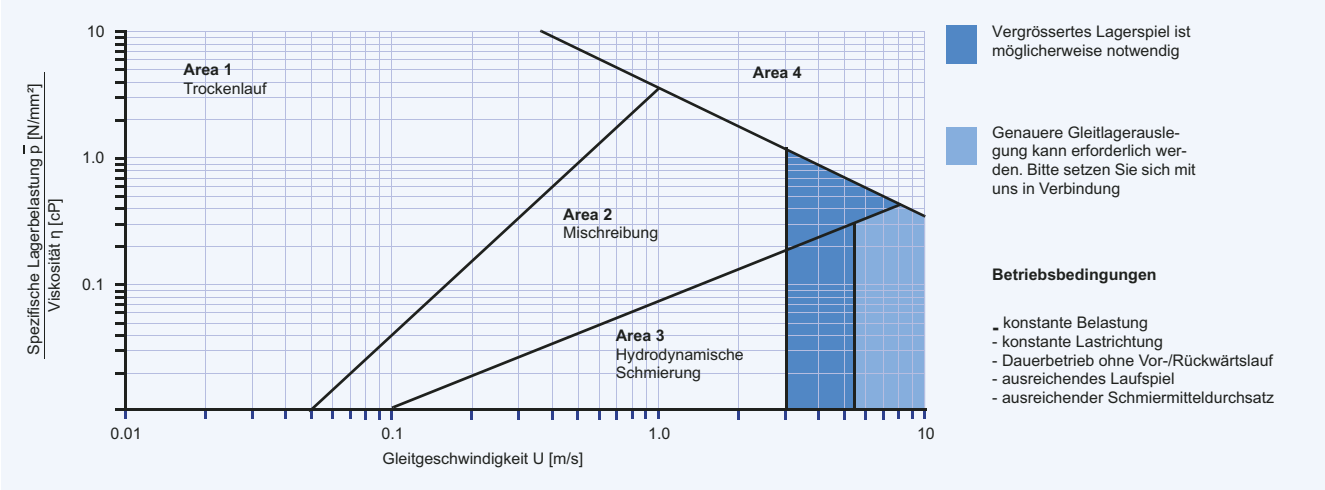


Abb. 21: Diagramm für die Betriebsbereiche

	cP														
Temperatur [°C]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Schmierstoff															
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
Diesel Öl	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						
Kerosin	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 9: Viskosität

5.5 Betriebsspiel

Im Grenzbereich mit Festkörperreibung ergeben die empfohlenen Wellen- und Gehäusedurchmesser für Standard DU Buchsen ausreichendes Betriebsspiel.

Für Mischreibung und hydrodynamische Schmierung kann der Wellendurchmesser um ca. 0,1 % reduziert werden, um den Flüssigkeits-Durchsatz zu verbessern. Dies gilt besonders für U ≥ 2,5 m/s.

5.6 Oberflächengüte

- R_a ≤0,4 µm für Trockenlauf
- R_a = 0,1-0,2 µm für Mischreibung und hydrodynamische Vollschmierung
- R_a ≤0,05 ∝m bei Höchstbelastung

5.7 Schmiernuten

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. 22 ersichtlich.

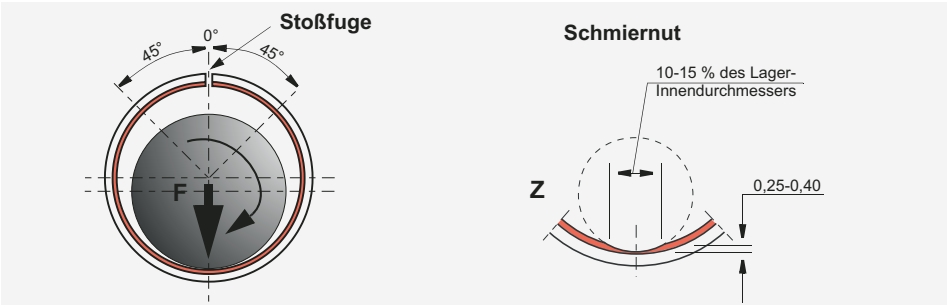


Abb. 22: Anordnung von Ölbohrung und Schmiernuten

5.8 Fettschmierung

Normalerweise wird Fettschmierung von DU-Lagern nicht empfohlen. Ist eine Fettschmierung jedoch nicht zu vermeiden, muss folgendes beachtet werden:

- dynamische Belastung vermeiden
- bei hochfrequenten Wellenbewegungen entsteht erhöhte Erosion der Laufschicht (Empfehlung Werkstoff DP4®)
- **Fette mit EP-Zusätzen** (z. B. Graphit oder MoS_2) wirken sich **negativ auf den Verschleiß der Laufschicht** aus.

Schmiermittel		DU	DU-B
Mineralöl	Turbinenöl	0	0
	Motorenöl	0	0
	Getriebeöl	0	0
Synthetisches Öl	Phosphate - Ester-Basis	-	-
Öl	Polyglycol-Basis	-	-
Kerosin		+	+
Petroleum		+	+
Dieselkraftstoff		+	+
Wasser/Öl-Emulsion		0	0
Wasser		0	+

Tabelle 10: Lagermaterialverhalten bei Flüssigkeitsschmierung

+	**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.

6 Lagereinbau

Lagerspiel

Das Lagerspiel ergibt sich aus den vorgeschlagenen Toleranzen (siehe Angaben in den Maßtabellen). Wird das Betriebsspiel vergrößert, reduziert sich die Laufleistung bei Trockenlauf (siehe Abb. 12, Seite 15). Das Betriebsspiel vergrößert sich, wenn sich das Aufnahmegehäuse elastisch aufweitet.

Abhilfe:

- Gehäusebohrung auf Untermaß
- Wellendurchmesser vergrößern
- genaue Lagerabmessung durch Montageversuche ermitteln

Wird Leichtlauf verlangt (bei geringsten Belastungen $\overline{p}$ <0,1 N/mm², oder geringem Antriebsmoment), kann der Wellendurchmesser um 0,025 mm verkleinert werden.

6.1 Wärmeausdehnung

Bei hohen Temperaturen dehnt sich das Lager nach innen aus. Dies kann ausgeglichen werden durch Verkleinern des Wellendurchmessers.

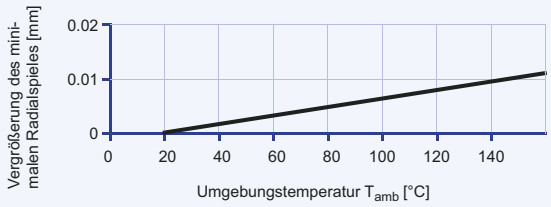


Abb. 23: Anpassen des Lagerspiels (für St und GG-Gehäuse)

Ist das Gehäuse aus Nichteisen-Metall:

- Bohrungsinnen-Ø reduzieren (Lagerfestsitz wird garantiert) und
- Wellen-Ø anpassen (Tabelle 11)

Maßzugaben für hohe Temperaturen

Verkleinerung der Gehäusebohrung und die Verkleinerung des Zapfendurchmessers gelten für je 100 °C Temperaturanstieg.

Gehäusematerial	Verkleinerung der Gehäusebohrung	Verkleinerung des Zapfendurchmessers
Aluminiumlegierungen	0,1 %	0,1 % + Werte aus Abb. 23
Legierungen auf Kupferbasis	0,05 %	0,05 % + Werte aus Abb. 23
Stahl und Grauguss	–	Werte aus Abb. 23
Legierungen auf Zinkbasis	0,15 %	0,15 % + Werte aus Abb. 23

Tabelle 11: Maßkorrekturen bei hohen Temperaturen

6.2 Toleranzen für Kleinstspiele

Für ein minimales Betriebsspiel können engere Toleranzgrenzen für die Obergrenze der Welle und die Untergrenze des Gehäuses festgelegt werden. Dies kann allerdings zur Überdeckung zwischen Welle und Innendurchmesser der Buchse führen. Wenn z.B. der Gehäusedurchmesser D_H mit H6 gefertigt ist, wird empfohlen die Wellendurchmesser D_J mit folgenden Abmaßen herzustellen:

D_i	D_J
<25 mm	-0,019 -0,029
>25 mm < 50 mm	-0,021 -0,035

Tabelle 12: Wellenabmaße abhängig vom Gehäuse

Das ergäbe folgende Einbauspiele C_D:

D_i	C_D
10 mm	0,005 - 0,078
50 mm	0,005 - 0,130

Tabelle 13: Einbauspiele abhängig vom Wellendurchmesser

Kalibrierdorn

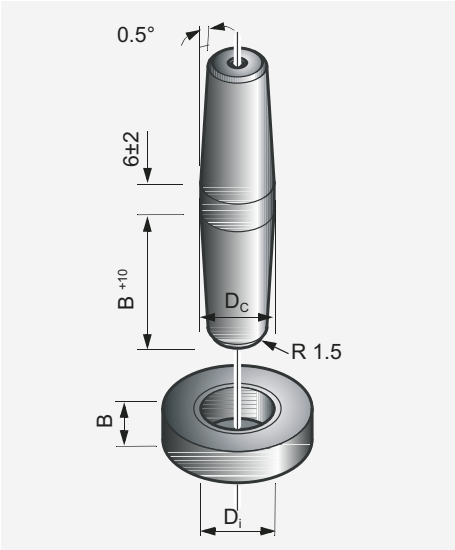


Abb. 24: Kalibrierdorn

Abb. 24 zeigt einen empfohlenen Kalibrierdorn. Die Kalibrierfläche des Dorns muss gehärtet (Einsatztiefe 0,6-1,2 mm, HRC 60±2) und poliert ($R_z \approx 1 \mu m$) sein.

Hinweis:

Keine kugelförmigen Kalibrierwerkzeuge verwenden!

Innendurchmesser der Buchse nach dem Einpressen

Innen-∅ der Buchse nach dem Einpressen	Angestrebter Innen-∅	Erforderlicher Kalibrierdorn-∅ 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 14: Erforderliche Durchmesser

Anmerkung: Der genaue Durchmesser des Kalibrierdorns muss durch Versuche ermittelt werden (siehe Berechnung der Lebensdauer Gleichung (3.8.13), Seite 19 und Korrekturfaktor a_C Tab. 8, Seite 16).

6.3 Gegenlaufkörper

Nicht nur das Material des Gegenlaufkörpers beeinflusst das Lager, sondern auch dessen Gestaltung. Die Abbildungen zeigen, wie der Gegenlaufkörper gestaltet werden muss.

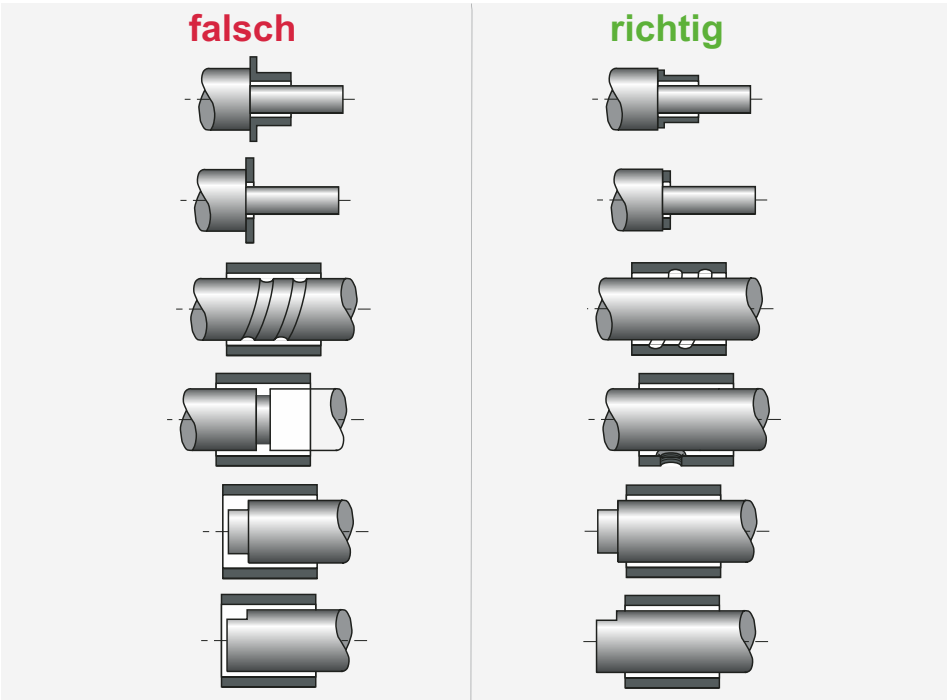


Abb. 25: Gegenlaufkörper

6.4 Lagereinbau

Einpressen von Buchsen

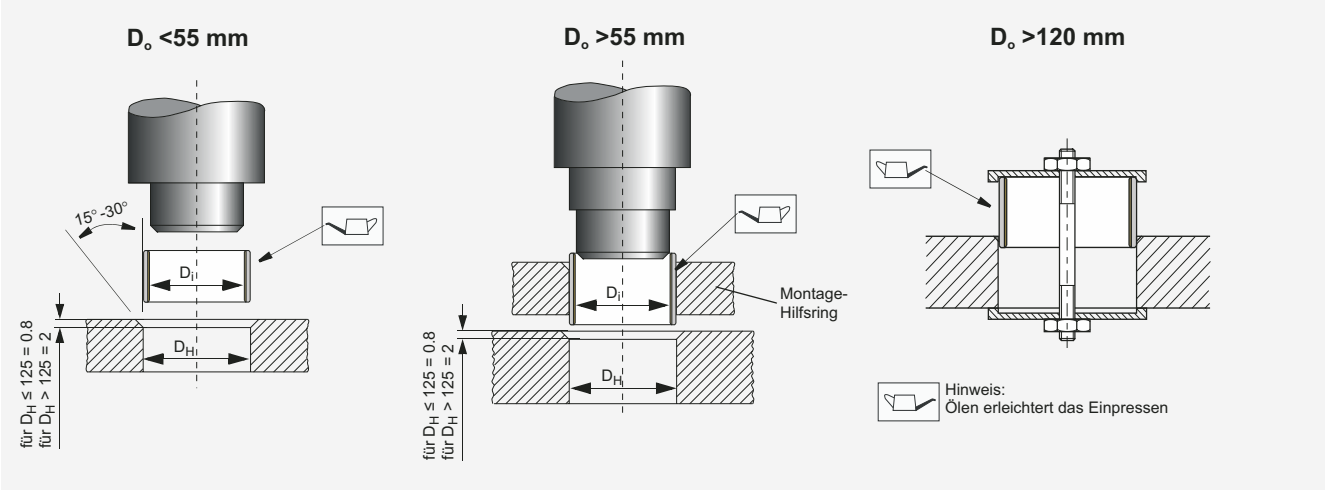


Abb. 26: Buchsen Einpressen

Einbau von Bundbuchsen

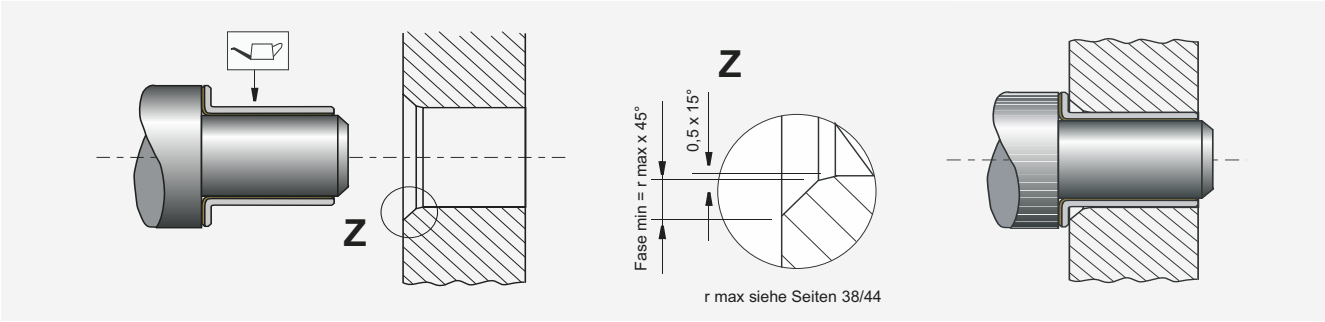


Abb. 27: Bundbuchsen Einbauen

Einpresskräfte

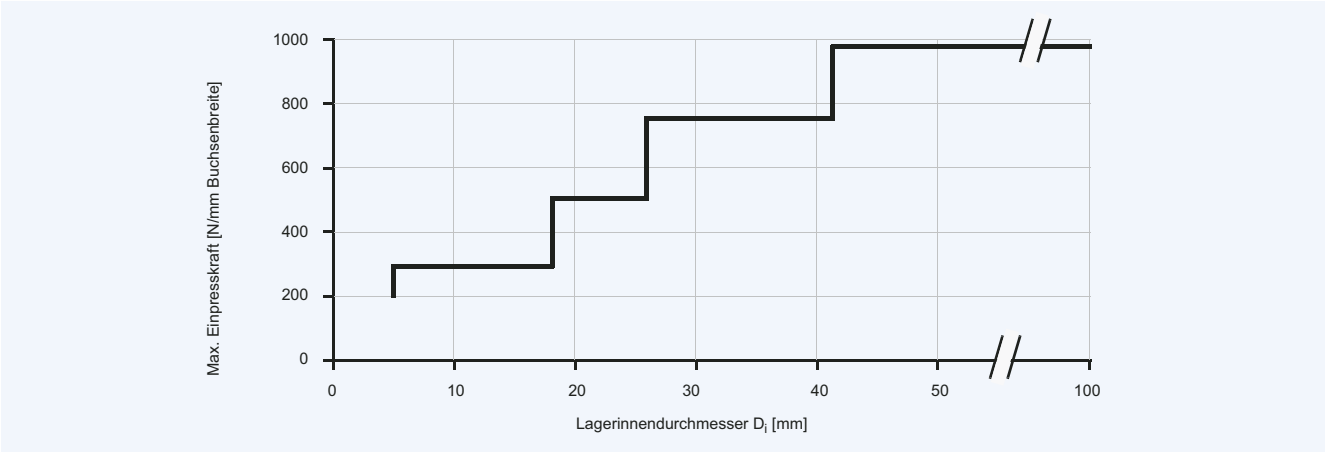


Abb. 28: Einpresskräfte

Fluchtung

Lager und Welle müssen genau fluchten. Dies gilt besonders für Trockenlauf, da hier kein Schmierfilm die Lastverteilung übernimmt.

Bei DU-Gleitlagern sollten Fluchtungsfehler über die gesamte Breite einer Buchse nicht größer als 0,02 mm sein.

Dies gilt auch für Anlaufscheiben und für die gesamte Breite von zwei nebeneinanderliegenden Buchsen (siehe Abb. 29).

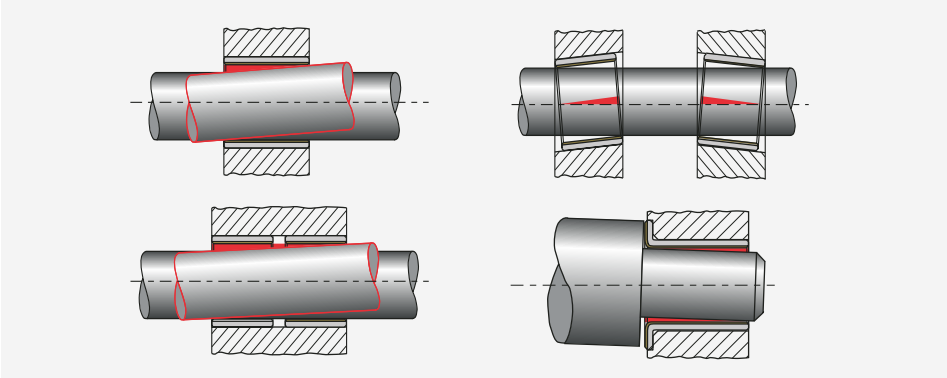


Abb. 29: Fluchtung

Abdichten von Lagerstellen

Dichtungen benötigen je nach Materialauswahl teilweise Schmierung!

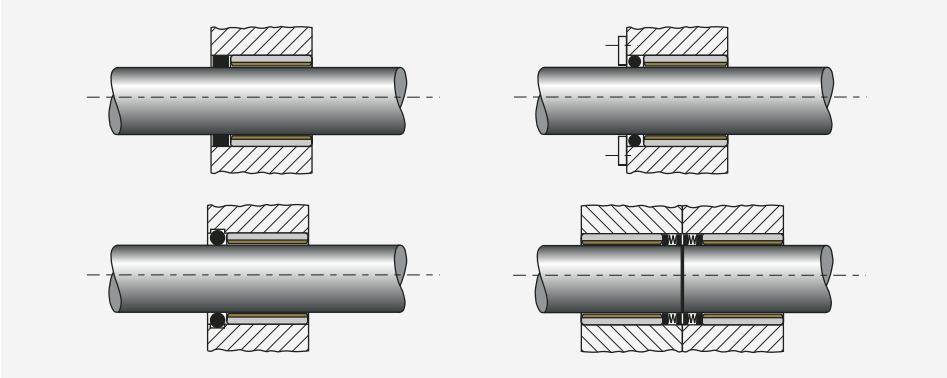


Abb. 30: Abdichten von Lagerstellen

6.5 Axialführung

Auch bei geringer axialer Führung sollen DU Buchsen zusammen mit DU Anlaufscheiben oder den Standard KA Glacetal Scheiben kombiniert werden (für KA GLACETAL Scheiben gibt es eine separate Broschüre).

Einbau von Anlaufscheiben

Fixierung ohne Eindrehung:

- zwei Haltestifte oder Senkkopfschrauben (0,25 mm tiefer als Laufschichtoberkante).
- Industriekleber (Laufschicht schützen gegen Kleberauftrag).
- Verlötung (Löttemperatur nicht über 320 °C).

Bei der Montage beachten: Stahlrücken gegen stillstehendes Gehäuse!

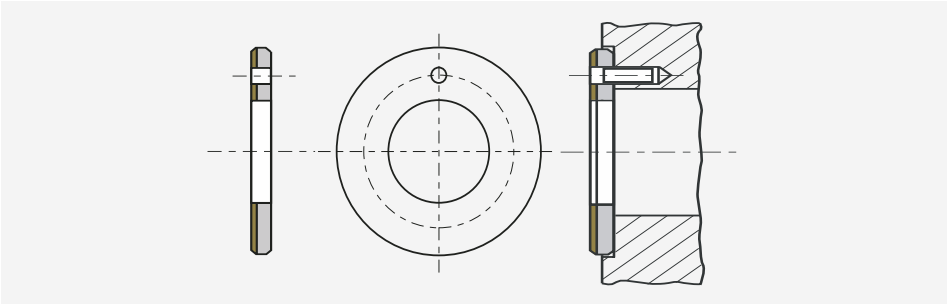


Abb. 31: Anlaufscheiben, Fixierung mit Eindrehung

Nuten zur Abriebabfuhr

Bei spezifischen Belastungen über 35 N/mm² bringen Anlaufscheiben mit vier Abriebnuten optimale Ergebnisse bei Trokkenlauf.

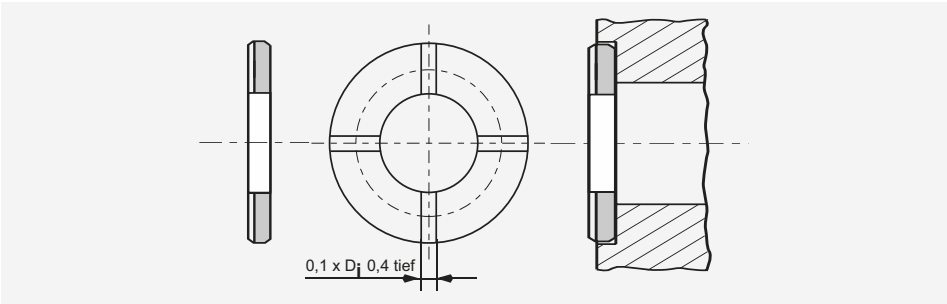


Abb. 32: Anlaufscheiben, Nuten zur Abriebabfuhr

Gleitstreifen

Die Befestigung von DU Bandmaterial bei der Anwendung als Gleitstreifen erfolgt

- mit Senkschrauben
- mit Industrieklebern
- durch Formschluss

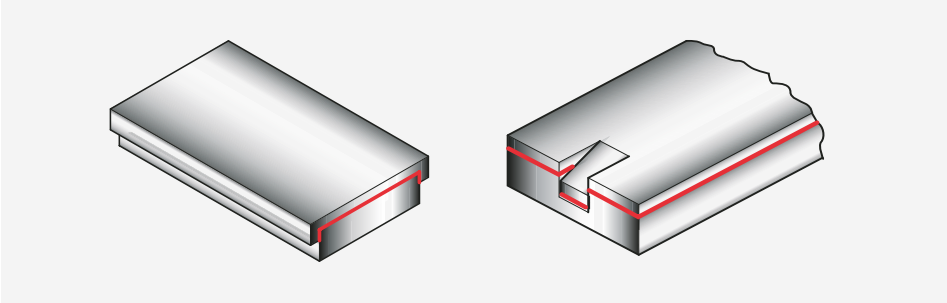


Abb. 33: Gleitstreifen

7 Bearbeitung

7.1 Spanende/nichtspanende Bearbeitung

Bohren/Drehen

Um Gratbildungen zu vermeiden, werden Gleitelemente von der PTFE-Seite aus bearbeitet. Werden sie - falls nicht anders möglich - von der Stahl- oder Bronze-Seite aus bearbeitet, sollte der Schneiddruck minimal sein. Stahl- oder Bronzepartikel und Grate müssen entfernt werden.

Bohren von Öllöchern

Der Bohrdruck kann die Gleitelemente verformen. Buchsen müssen am Innendurchmesser gestützt werden, damit sie nicht verformt werden.

Streifen schneiden

Streifen können mit jedem der nachfolgenden Verfahren hergestellt werden.
In allen Fällen muss darauf geachtet werden, dass die Laufschicht nicht beschädigt wird und die Streifen nicht deformiert werden.

- Fräsen, sofern der Streifen flach und sicher gehalten werden kann
- Schneiden mit Tafel- oder Schlagscheren
- Stanzen mit oder ohne Verlustschnitt
- Schneiden mit Rollenscheren
- Wasserstrahlschneiden
- Laserschneiden (nur mit Abgasfilter!)

7.2 Galvanische Oberflächenbehandlung

DU

Als Korrosionsschutz wird auf den Stahlstreifen und die Stirnflächen von Standard DU-Teilen eine 2-3 µm dicke Zinn-Schicht nach DIN 50961 aufgetragen.

Bei erhöhter Korrosionsgefahr sind zusätzliche Schutzmaßnahmen, oder der Einsatz von DU-B erforderlich.

DU kann mit vielen galvanischen und chemischen Überzügen gemäß DIN 50960 versehen werden. Bei der Auswahl steht unser Technischer Service gerne zur Verfügung.

Sofern die Schichtdicke >5 µm ist, muss die Gehäusebohrung um den Wert 2 x galvanische Schichtdicke vergrößert werden. Der Innendurchmesser der Buchse wird somit nach der Montage nicht verändert.

Härtere Schichten, z. B. Nickel, können die PTFE/Pb-Laufschicht beschädigen. Es empfiehlt sich, geeignete Maßnahmen zum Schutz der Laufschicht zu treffen z.B. abdecken oder abkleben.

Sind elektrolytische Angriffe möglich, sollten Versuche hinsichtlich der Unempfindlichkeit aller Materialien in Lagernähe durchgeführt werden.

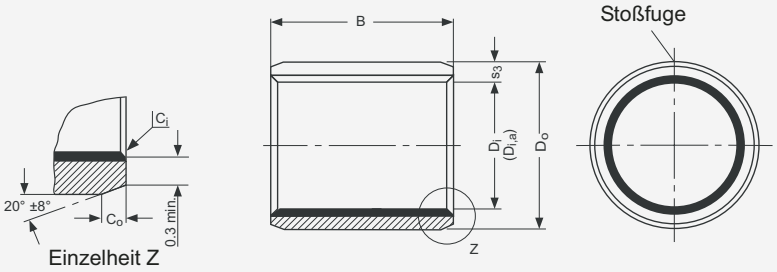
Gegenwerkstoff

DU kann gegen beschichtete Gegenwerkstoffe eingesetzt werden (siehe Tab. 7, Seite 15).

Die empfohlenen Wellentoleranzen und Oberflächen-Rauhigkeiten nach der Platierung müssen eingehalten werden.

8 Standardteile

8.1 DU Zylindrische Buchsen



Maße [mm], Prüfung und Werkstoffe nach ISO 3547 und GSP-Spezifikationen

Alle Abmessungen in mm

Außenfasen Co und Innenfasen Ci

Wanddicke s_3	C_o (a)		C_i (b)
	maschinell	gerollt	
0.75	0.5 ± 0.3	0.5 ± 0.3	-0.1 to -0.4
1	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.5
1.5	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.7

Wanddicke s_3	C_o (a)		C_i (b)
	maschinell	gerollt	
2	1.2 ± 0.4	1.0 ± 0.4	-0.1 to -0.7
2.5	1.8 ± 0.6	1.2 ± 0.4	-0.2 to -1.0

a = Außenfase C_o maschinell oder gerollt, nach Ansicht des Herstellers

b = C_i kann Radius oder Fase sein, nach 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 $D_{i,a}$ eingeb. in H6/ H7 Gehäuse	Lagerspiel C_D
	D_i	D_O	max. min.	max. min.		max. min.		max. min.	max. min.	max. min.
0203DU	2	3.5	0.750 0.730	3.25 2.75	h6	2.000 1.994	H6	3.508 3.500	2.048 2.000	0.054 0.000
0205DU				5.25 4.75						
0303DU	3	4.5		3.25 2.75		3.000 2.994		4.508 4.500	3.048 3.000	
0305DU				5.25 4.75						
0306DU				6.25 5.75						
0403DU	4	5.5		3.25 2.75		4.000 3.992		5.508 5.500	4.048 4.000	0.056 0.000
0404DU				4.25 3.75						
0406DU				6.25 5.75						
0410DU				10.25 9.75						
0505DU	5	7	1.005 0.980	5.25 4.75	f7	4.990 4.978	H7	7.015 7.000	5.055 4.990	0.077 0.000
0508DU				8.25 7.75						
0510DU				10.25 9.75						
0604DU	6	8		4.25 3.75		5.990 5.978		8.015 8.000	6.055 5.990	
0606DU				6.25 5.75						
0608DU				8.25 7.75						
0610DU				10.25 9.75						
0705DU	7	9		5.25 4.75		6.987 6.972		9.015 9.000	7.055 6.990	0.083 0.003
0710DU				10.25 9.75						

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s_3	Breite B	Wellen-Ø D_J [h6, f7, h8]		Gehäuse-Ø D_H [H6, H7]		Buchsen-Ø $D_{i,a}$ eingeb. in H6/ H7 Gehäuse	Lagerspiel C_D
	D_i	D_O	max. min.	max. min.		max. min.		max. min.	max. min.	max. min.
0806DU	8	10	1.005 0.980	6.25 5.75	f7	7.987 7.972	H7	10.015 10.000	8.055 7.990	0.083 0.003
0808DU				8.25 7.75						
0810DU				10.25 9.75						
0812DU				12.25 11.75						
1006DU	10	12		6.25 5.75		9.987 9.972		12.018 12.000	10.058 9.990	0.086 0.003
1008DU				8.25 7.75						
1010DU				10.25 9.75						
1012DU				12.25 11.75						
1015DU				15.25 14.75						
1020DU				20.25 19.75						
1208DU	12	14		8.25 7.75		11.984 11.966		14.018 14.000	12.058 11.990	0.092 0.006
1210DU				10.25 9.75						
1212DU				12.25 11.75						
1215DU				15.25 14.75						
1220DU				20.25 19.75						
1225DU				25.25 24.75						
1310DU	13	15		10.25 9.75		12.984 12.966		15.018 15.000	13.058 12.990	
1320DU				20.25 19.75						
1405DU	14	16		5.25 4.75		13.984 13.966		16.018 16.000	14.058 13.990	
1410DU				10.25 9.75						
1412DU				12.25 11.75						
1415DU				15.25 14.75						
1420DU				20.25 19.75						
1425DU				25.25 24.75						
1510DU	15	17		10.25 9.75		14.984 14.966		17.018 17.000	15.058 14.990	
1512DU				12.25 11.75						
1515DU				15.25 14.75						
1520DU				20.25 19.75						
1525DU				25.25 24.75						
1610DU	16	18		10.25 9.75		15.984 15.966		18.018 18.000	16.058 15.990	
1612DU				12.25 11.75						
1615DU				15.25 14.75						
1620DU				20.25 19.75						
1625DU				25.25 24.75						
1720DU	17	19		20.25 19.75		16.984 16.966		19.021 19.000	17.061 16.990	0.095 0.006

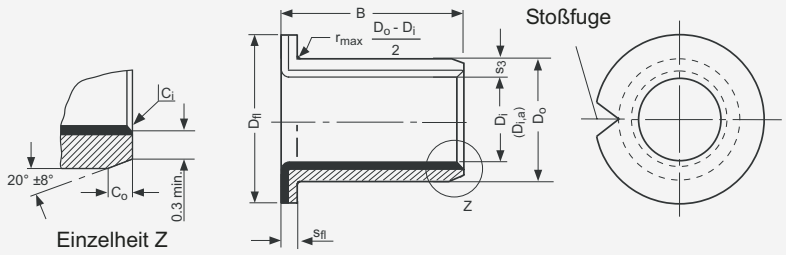
Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s_3	Breite B	Wellen-Ø D_J [h6, f7, h8]		Gehäuse-Ø D_H [H6, H7]		Buchsen-Ø $D_{i,a}$ eingeb. in H6/ H7 Gehäuse	Lagerspiel C_D
	D_i	D_O	max. min.	max. min.		max. min.		max. min.	max. min.	max. min.
1810DU	18	20	1.005 0.980	10.25 9.75	f7	17.984 17.966	H7	20.021 20.000	18.061 17.990	0.095 0.006
1815DU				15.25 14.75						
1820DU				20.25 19.75						
1825DU				25.25 24.75						
2010DU	20	23	1.505 1.475	10.25 9.75		19.980 19.959		23.021 23.000	20.071 19.990	0.112 0.010
2015DU				15.25 14.75						
2020DU				20.25 19.75						
2025DU				25.25 24.75						
2030DU				30.25 29.75						
2215DU	22	25		15.25 14.75		21.980 21.959		25.021 25.000	22.071 21.990	
2220DU				20.25 19.75						
2225DU				25.25 24.75						
2230DU				30.25 29.75						
2415DU	24	27		15.25 14.75		23.980 23.959		27.021 27.000	24.071 23.990	
2420DU				20.25 19.75						
2425DU				25.25 24.75						
2430DU				30.25 29.75						
2515DU	25	28		15.25 14.75		24.980 24.959		28.021 28.000	25.071 24.990	
2520DU				20.25 19.75						
2525DU				25.25 24.75						
2530DU				30.25 29.75						
2550DU				50.25 49.75						
2815DU	28	32	2.005 1.970	15.25 14.75		27.980 27.959		32.025 32.000	28.085 27.990	0.126 0.010
2820DU				20.25 19.75						
2825DU				25.25 24.75						
2830DU				30.25 29.75						
3010DU	30	34		10.25 9.75		29.980 29.959		34.025 34.000	30.085 29.990	
3015DU				15.25 14.75						
3020DU				20.25 19.75						
3025DU				25.25 24.75						
3030DU				30.25 29.75						
3040DU				40.25 39.75						
3220DU	32	36		20.25 19.75		31.975 31.950		36.025 36.000	32.085 31.990	0.135 0.015
3230DU				30.25 29.75						
3240DU				40.25 39.75						

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s_3	Breite B	Wellen-Ø D_J [h6, f7, h8]		Gehäuse-Ø D_H [H6, H7]		Buchsen-Ø $D_{i,a}$ eingeb. in H6/ H7 Gehäuse	Lagerspiel C_D
	D_i	D_O	max. min.	max. min.		max. min.		max. min.	max. min.	max. min.
3520DU	35	39	2.005 1.970	20.25 19.75	f7	34.975 34.950	H7	39.025 39.000	35.085 34.990	0.135 0.015
3530DU				30.25 29.75						
3535DU				35.25 34.75						
3540DU				40.25 39.75						
3550DU				50.25 49.75						
3720DU	37	41		20.25 19.75		36.975 36.950		41.025 41.000	37.085 36.990	
4020DU	40	44		20.25 19.75		39.975 39.950		44.025 44.000	40.085 39.990	
4030DU				30.25 29.75						
4040DU				40.25 39.75						
4050DU				50.25 49.75						
4520DU	45	50	2.505 2.460	20.25 19.75		44.975 44.950		50.025 50.000	45.105 44.990	0.155 0.015
4530DU				30.25 29.75						
4540DU				40.25 39.75						
4545DU				45.25 44.75						
4550DU				50.25 49.75						
5020DU	50	55		20.25 19.75		49.975 49.950		55.030 55.000	50.110 49.990	0.160 0.015
5030DU				30.25 29.75						
5040DU				40.25 39.75						
5050DU				50.25 49.75						
5060DU				60.25 59.75						
5520DU	55	60		20.25 19.75		54.970 54.940		60.030 60.000	55.110 54.990	0.170 0.020
5525DU				25.25 24.75						
5530DU				30.25 29.75						
5540DU				40.25 39.75						
5550DU				50.25 49.75						
5555DU				55.25 54.75						
5560DU				60.25 59.75						
6020DU	60	65	2.505 2.460	20.25 19.75		59.970 59.940		65.030 65.000	60.110 59.990	0.170 0.020
6030DU				30.25 29.75						
6040DU				40.25 39.75						
6050DU				50.25 49.75						
6060DU				60.25 59.75						
6070DU				70.25 69.75						

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s_3	Breite B	Wellen-Ø D_J [h6, f7, h8]		Gehäuse-Ø D_H [H6, H7]		Buchsen-Ø $D_{i,a}$ eingeb. in H6/ H7 Gehäuse	Lagerspiel C_D
	D_i	D_O	max. min.	max. min.		max. min.		max. min.	max. min.	max. min.
6530DU	65	70	2.505 2.460	30.25 29.75	f7	64.970 64.940	H7	70.030 70.000	65.110 64.990	0.170 0.020
6550DU				50.25 49.75						
6570DU				70.25 69.75						
7040DU	70	75		40.25 39.75		69.970 69.940		75.030 75.000	70.110 69.990	
7050DU				50.25 49.75						
7070DU				70.25 69.75						
7560DU	75	80		60.25 59.75		74.970 74.940		80.030 80.000	75.110 74.990	
7580DU				80.25 79.75						
8040DU	80	85	2.490 2.440	40.50 39.50	h8	80.000 79.946		85.035 85.000	80.155 80.020	0.209 0.020
8060DU				60.50 59.50						
8080DU				80.50 79.50						
80100DU				100.50 99.50						
8530DU	85	90		30.50 29.50		85.000 84.946		90.035 90.000	85.155 85.020	
8560DU				60.50 59.50						
85100DU				100.50 99.50						
9060DU	90	95		60.50 59.50		90.000 89.946		95.035 95.000	90.155 90.020	
90100DU				100.50 99.50						
9560DU	95	100		60.50 59.50		95.000 94.946		100.035 100.000	95.155 95.020	
95100DU				100.50 99.50						
10050DU	100	105		50.50 49.50		100.000 99.946		105.035 105.000	100.155 100.020	
10060DU				60.50 59.50						
100115DU				115.50 114.50						
10560DU	105	110		60.50 59.50		105.000 104.946		110.035 110.000	105.155 105.020	
105115DU				115.50 114.50						
11060DU	110	115		60.50 59.50		110.000 109.946		115.035 115.000	110.155 110.020	
110115DU				115.50 114.50						
11550DU	115	120		50.50 49.50		115.000 114.946		120.035 120.000	115.155 115.020	
11570DU				70.50 69.50						
12050DU	120	125	2.465 2.415	50.50 49.50		120.000 119.946		125.040 125.000	120.210 120.070	0.264 0.070
12060DU				60.50 59.50						
120100DU				100.50 99.50						
125100DU	125	130		100.50 99.50		125.000 124.937		130.040 130.000	125.210 125.070	0.273 0.070
13060DU	130	135		60.50 59.50		130.000 129.937		135.040 135.000	130.210 130.070	
130100DU				100.50 99.50						

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

8.2 DU Bundbuchsen



Maße [mm], Prüfung und Werkstoffe nach ISO 3547 und GSP-Spezifikationen

Alle Abmessungen in mm

Außenfasen Co und Innenfasen Ci

Wanddicke s_3	C_O (a) maschinell	C_O (a) gerollt	C_i (b)
0.75	0.5 ± 0.3	0.5 ± 0.3	-0.1 to -0.4
1	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.5
1.5	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.7

Wanddicke s_3	C_O (a) maschinell	C_O (a) gerollt	C_i (b)
2	1.2 ± 0.4	1.0 ± 0.4	-0.1 to -0.7
2.5	1.8 ± 0.6	1.2 ± 0.4	-0.2 to -1.0

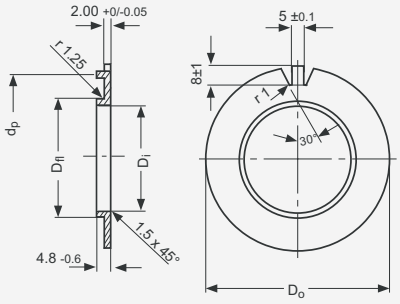
a = Außenfase C_O maschinell oder gerollt, nach Ansicht des Herstellers

b = C_i kann Radius oder Fase sein, nach ISO 13715

Bestell-Nr.	Nennmaße D_i	Nennmaße D_o	Wand-dicke s_3 max min.	Bunddicke s_{fl} max. min.	Bund-Ø D_{fl} max. min.	Breite B max. min.	Wellen-Ø D_J [h6, f7]	max. min.	Gehäuse-Ø D_H [H6, H7]	max. min.	Buchsen-Ø $D_{i,a}$ eingeb. in H6/ H7 Gehäuse max. min.	Lager-spiel C_D max. min.
BB0304DU	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
BB0404DU	4	5.5			9.50 8.50			4.000 3.992		5.508 4.500	4.048 4.000	0.056 0.000
BB0505DU	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

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wand-dicke s_3	Bunddicke s_{fl}	Bund-Ø D_{fl}	Breite B	Wellen-Ø D_J [h6, f7]		Gehäuse-Ø D_H [H6, H7]		Buchsen-Ø $D_{i,a}$ eingeb. 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.
BB0604DU	6	8	1.005 0.980	1.05 0.80	12.50 11.50	4.25 3.75	f7	5.990 5.978	H7	8.015 8.000	6.055 5.990	0.077 0.000
BB0608DU						8.25 7.75						
BB0806DU	8	10			15.50 14.50	5.75 5.25		7.987 7.972		10.015 10.000	8.055 7.990	0.083 0.003
BB0808DU						7.75 7.25						
BB0810DU						9.75 9.25						
BB1007DU	10	12			18.50 17.50	7.25 6.75		9.987 9.972		12.018 12.000	10.058 9.990	0.086 0.003
BB1009DU						9.25 8.75						
BB1012DU						12.25 11.75						
BB1017DU						17.25 16.75						
BB1207DU	12	14			20.50 19.50	7.25 6.75		11.984 11.966		14.018 14.000	12.058 11.990	0.092 0.006
BB1209DU						9.25 8.75						
BB1212DU						12.25 11.75						
BB1217DU						17.25 16.75						
BB1412DU	14	16			22.50 21.50	12.25 11.75		13.984 13.966		16.018 16.000	14.058 13.990	
BB1417DU						17.25 16.75						
BB1509DU	15	17			23.50 22.50	9.25 8.75		14.984 14.966		17.018 17.000	15.058 14.990	
BB1512DU						12.25 11.75						
BB1517DU						17.25 16.75						
BB1612DU	16	18			24.50 23.50	12.25 11.75		15.984 15.966		18.018 18.000	16.058 15.990	
BB1617DU						17.25 16.75						
BB1812DU	18	20			26.50 25.50	12.25 11.75		17.984 17.966		20.021 20.000	18.061 17.990	0.095 0.006
BB1817DU						17.25 16.75						
BB1822DU						22.25 21.75						
BB2012DU	20	23	1.505 1.475	1.60 1.30	30.50 29.50	11.75 11.25		19.980 19.959		23.021 23.000	20.071 19.990	0.112 0.010
BB2017DU						16.75 16.25						
BB2022DU						21.75 21.25						
BB2512DU	25	28			35.50 34.50	11.75 11.25		24.980 24.959		28.021 28.000	25.071 24.990	
BB2517DU						16.75 16.25						
BB2522DU						21.75 21.25						
BB3016DU	30	34	2.005 1.970	2.10 1.80	42.50 41.50	16.25 15.75		29.980 29.959		34.025 34.000	30.085 29.990	0.126 0.010
BB3026DU						26.25 25.75						
BB3516DU	35	39			47.50 46.50	16.25 15.75		34.975 34.950		39.025 39.000	35.085 34.990	0.135 0.015
BB3526DU						26.25 25.75						
BB4016DU	40	44			53.50 52.50	16.25 15.75		39.975 39.950		44.025 44.000	40.085 39.990	
BB4026DU						26.25 25.75						
BB4516DU	45	50	2.505 2.460	2.60 2.30	58.50 57.50	16.25 15.75		44.975 44.950		50.025 50.000	45.105 44.990	0.155 0.015
BB4526DU						26.25 25.75						

8.3 DU Bundscheiben



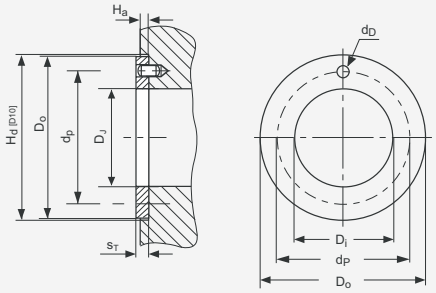
Alle Abmessungen in mm

Bestell-Nr.	Innen-Ø D_i	Außen-Ø D_o	Bund-Ø D_{fl}	Lochkreis-Ø d_P
	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.
BS40DU	40.7 40.2	75.0 74.5	44.000 43.900	65.0 64.5
BS50DU	51.5 51.0	85.0 84.5	55.000 54.880	75.0 74.5
BS60DU	61.5 61.0	95.0 94.5	65.000 64.880	85.0 84.5
BS70DU	71.5 71.0	110.0 109.5	75.000 74.880	100.0 99.5
BS80DU	81.5 81.0	120.0 119.5	85.000 84.860	110.0 109.5
BS90DU	91.5 91.0	130.0 129.5	95.000 94.860	120.0 119.5
BS100DU	101.5 101.0	140.0 139.5	105.000 104.860	130.0 129.5

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.

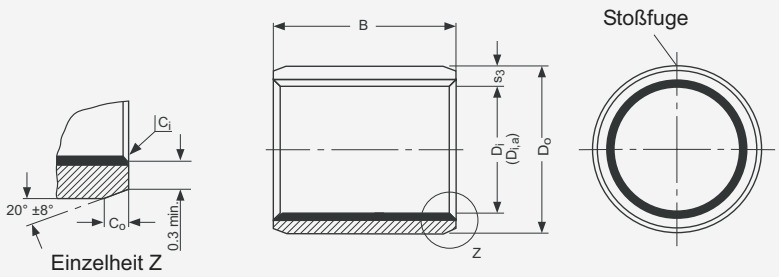
8.4 DU Anlaufscheiben



Alle Abmessungen in mm

Bestell-Nr.	Innen-Ø D_i		Außen-Ø D_o		Dicke s_T	Stiftloch		Einstichtiefe H_a
						Ø d_D	PCD-Ø d_P	
	min.	max.	max.	min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.
WC08DU	10.00	10.25	20.00	19.75	1.50 1.45	kein Stiftloch	kein Stiftloch	1.20 0.95
WC10DU	12.00	12.25	24.00	23.75		1.875 1.625	18.12 17.88	
WC12DU	14.00	14.25	26.00	25.75		2.375 2.125	20.12 19.88	
WC14DU	16.00	16.25	30.00	29.75			22.12 21.88	
WC16DU	18.00	18.25	32.00	31.75			25.12 24.88	
WC18DU	20.00	20.25	36.00	35.75		3.375 3.125	28.12 27.88	
WC20DU	22.00	22.25	38.00	37.75			30.12 29.88	
WC22DU	24.00	24.25	42.00	41.75			33.12 32.88	
WC24DU	26.00	26.25	44.00	43.75			35.12 34.88	
WC25DU	28.00	28.25	48.00	47.75		4.375 4.125	38.12 37.88	
WC30DU	32.00	32.25	54.00	53.75			43.12 42.88	
WC35DU	38.00	38.25	62.00	61.75			50.12 49.88	
WC40DU	42.00	42.25	66.00	65.75			54.12 53.88	
WC45DU	48.00	48.25	74.00	73.75	2.00 1.95		61.12 60.88	1.70 1.45
WC50DU	52.00	52.25	78.00	77.75			65.12 64.88	
WC60DU	62.00	62.25	90.00	89.75			76.12 75.88	

8.5 DU-B Zylindrische Buchsen



Maße [mm], Prüfung und Werkstoffe nach ISO 3547 und GSP-Spezifikationen

Alle Abmessungen in mm

Außenfasen Co und Innenfasen Ci

Wanddicke s_3	C_O (a)		C_i (b)
	maschinell	gerollt	
0.75	0.5 ± 0.3	0.5 ± 0.3	-0.1 to -0.4
1	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.5
1.5	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.7

Wanddicke s_3	C_O (a)		C_i (b)
	maschinell	gerollt	
2	1.2 ± 0.4	1.0 ± 0.4	-0.1 to -0.7
2.5	1.8 ± 0.6	1.2 ± 0.4	-0.2 to -1.0

a = Außenfase C_O maschinell oder gerollt, nach Ansicht des Herstellers

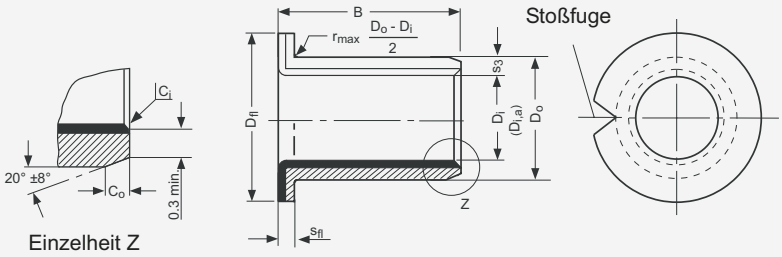
b = C_i kann Radius oder Fase sein, nach ISO 13715

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s_3	Breite B	Wellen-Ø D_J [h6, f7, h8]		Gehäuse-Ø D_H [H6, H7]		Buchsen-Ø $D_{i,a}$ eingeb. in H6/ H7 Gehäuse	Lager-spiel C_D
	D_i	D_O	max. min.	max. min.		max. min.		max. min.	max. min.	max. min.
0203DUB	2	3.5	0.750 0.730	3.25 2.75	h6	2.000 1.994	H6	3.508 3.500	2.048 2.000	0.054 0.000
0205DUB				5.25 4.75						
0306DUB	3	4.5		6.25 5.75		3.000 2.994		4.508 4.500	3.048 3.000	
0404DUB	4	5.5		4.25 3.75		4.000 3.992		5.508 5.500	4.048 4.000	0.056 0.000
0406DUB				6.25 5.75						
0505DUB	5	7	1.005 0.980	5.25 4.75	f7	4.990 4.978	H7	7.015 7.000	5.055 4.990	0.077 0.000
0510DUB				10.25 9.75						
0606DUB	6	8		6.25 5.75		5.990 5.978		8.015 8.000	6.055 5.990	
0608DUB				8.25 7.75						
0610DUB				10.25 9.75						
0808DUB	8	10		8.25 7.75		7.987 7.972		10.015 10.000	8.055 7.990	0.083 0.003
0810DUB				10.25 9.75						
0812DUB				12.25 11.75						
1010DUB	10	12		10.25 9.75		9.987 9.972		12.018 12.000	10.058 9.990	0.086 0.003
1015DUB				15.25 14.75						
1208DUB	12	14		8.25 7.75		11.984 11.966		14.018 14.000	12.058 11.990	0.092 0.006
1210DUB				10.25 9.75						
1212DUB				12.25 11.75						
1215DUB				15.25 14.75						

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s_3	Breite B	Wellen-Ø D_J [h6, f7, h8]		Gehäuse-Ø D_H [H6, H7]		Buchsen-Ø $D_{i,a}$ eingeb. in H6/ H7 Gehäuse	Lager-spiel C_D
	D_i	D_O	max. min.	max. min.		max. min.		max. min.	max. min.	max. min.
1410DUB	14	16	1.005 0.980	10.25 9.75	f7	13.984 13.966	H7	16.018 16.000	14.058 13.990	0.092 0.006
1415DUB				15.25 14.75						
1420DUB				20.25 19.75						
1515DUB	15	17		15.25 14.75		14.984 14.966		17.018 17.000	15.058 14.990	
1525DUB				25.25 24.75						
1615DUB	16	18		15.25 14.75		15.984 15.966		18.018 18.000	16.058 15.990	
1625DUB				25.25 24.75						
1820DUB	18	20		20.25 19.75		17.984 17.966		20.021 20.000	18.061 17.990	0.095 0.006
1825DUB				25.25 24.75						
2015DUB	20	23	1.505 1.475	15.25 14.75		19.980 19.959		23.021 23.000	20.071 19.990	0.112 0.010
2020DUB				20.25 19.75						
2030DUB				30.25 29.75						
2215DUB	22	25		15.25 14.75		21.980 21.959		25.021 25.000	22.071 21.990	
2220DUB				20.25 19.75						
2225DUB				25.25 24.75						
2225DUB				25.25 24.75						
2515DUB	25	28		15.25 14.75		24.980 24.959		28.021 28.000	25.071 24.990	
2525DUB				25.25 24.75						
2830DUB	28	32	2.005 1.970	30.25 29.75		27.980 27.959		32.025 32.000	28.085 27.990	0.126 0.010
3020DUB	30	34		20.25 19.75		29.980 29.959		34.025 34.000	30.085 29.990	
3030DUB				30.25 29.75						
3040DUB				40.25 39.75						
3520DUB	35	39		20.25 19.75		34.975 34.950		39.025 39.000	35.085 34.990	0.135 0.015
3530DUB				30.25 29.75						
4030DUB	40	44		30.25 29.75		39.975 39.950		44.025 44.000	40.085 39.990	
4050DUB				50.25 49.75						
4530DUB	45	50	2.505 2.460	30.25 29.75		44.975 44.950		50.025 50.000	45.105 44.990	0.155 0.015
4550DUB				50.25 49.75						
5040DUB	50	55		40.25 39.75		49.975 49.950		55.030 55.000	50.110 49.990	0.160 0.015
5060DUB				60.25 59.75						
5540DUB	55	60		40.25 39.75		54.970 54.940		60.030 60.000	55.110 54.990	0.170 0.020
6040DUB	60	65		40.25 39.75		59.970 59.940		65.030 65.000	60.110 59.990	
6050DUB				50.25 49.75						
6060DUB				60.25 59.75						
6070DUB				70.25 69.75						
6570DUB	65	70		70.25 69.75		64.970 64.940		70.030 70.000	65.110 64.990	

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wanddicke s_3	Breite B	Wellen-Ø D_J [h6, f7, h8]		Gehäuse-Ø D_H [H6, H7]		Buchsen-Ø $D_{i,a}$ eingeb. in H6/ H7 Gehäuse	Lager-spiel C_D
	D_i	D_O	max. min.	max. min.		max. min.		max. min.	max. min.	max. min.
7050DUB	70	75	2.505 2.460	50.25 49.75	f7	69.970 69.940	H7	75.030 75.000	70.110 69.990	0.170 0.020
7070DUB				70.25 69.75						
7580DUB	75	80		80.25 79.75		74.970 74.940		80.030 80.000	75.110 74.990	
8060DUB	80	85	2.490 2.440	60.50 59.50	h8	80.000 79.946		85.035 85.000	80.155 80.020	0.201 0.020
80100DUB				100.50 99.50						
85100DUB	85	90		100.50 99.50		85.000 84.946		90.035 90.000	85.155 85.020	0.209 0.020
9060DUB	90	95		60.50 59.50		90.000 89.946		95.035 95.000	90.155 90.020	
90100DUB				100.50 99.50						
95100DUB	95	100		100.50 99.50		95.000 94.946		100.035 100.000	95.155 95.020	
10060DUB	100	105		60.50 59.50		100.000 99.946		105.035 105.000	100.155 100.020	
100115DUB				115.50 114.50						
105115DUB	105	110		115.50 114.50		105.000 104.946		110.035 110.000	105.155 105.020	
110115DUB	110	115		115.50 114.50		110.000 109.946		115.035 115.000	115.155 115.020	

8.6 DU-B Bundbuchsen



Maße [mm], Prüfung und Werkstoffe nach ISO 3547 und GSP-Spezifikationen

Alle Abmessungen in mm

Außenfasen Co und Innenfasen Ci

Wanddicke s_3	C_O (a)		C_i (b)
	maschinell	gerollt	
0.75	0.5 ± 0.3	0.5 ± 0.3	-0.1 to -0.4
1	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.5
1.5	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4	-0.1 to -0.7

Wanddicke s_3	C_O (a)		C_i (b)
	maschinell	gerollt	
2	1.2 ± 0.4	1.0 ± 0.	-0.1 bis -0.7
2.5	1.8 ± 0.6	1.2 ± 0.	-0.2 bis -1.0

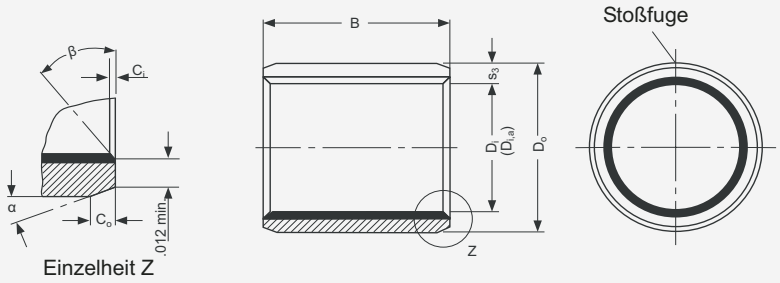
a = Außenfase C_O maschinell oder gerollt, nach Ansicht des Herstellers

b = C_i kann Radius oder Fase sein, nach ISO 13715

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wand-dicke s_3	Bunddicke s_{fl}	Bundaußen - Ø D_{fl}	Breite B	Wellen-Ø D_J [h6, f7, h8]		Gehäuse-Ø D_H [H6, H7]		Buchsen-Ø $D_{i,a}$ eingeb. 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.
BB0304DUB	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
BB0404DUB	4	5.5			9.50 8.50			4.000 3.992		5.508 4.500	4.048 4.000	0.056 0.000
BB0505DUB	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

Bestell-Nr.	Nennmaße		Wand-dicke s_3	Bunddicke s_{fl}	Bundaußen - Ø D_{fl}	Breite B	Wellen-Ø D_J [h6, f7, h8]		Gehäuse-Ø D_H [H6, H7]		Buchsen-Ø $D_{i,a}$ eingeb. 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.
BB0604DUB	6	8	1.005 0.980	1.05 0.80	12.50 11.50	4.25 3.75	f7	5.990 5.978	H7	8.015 8.000	6.055 5.990	0.077 0.000
BB0608DUB						8.25 7.75						
BB0806DUB	8	10			15.50 14.50	5.75 5.25		7.987 7.972		10.015 10.000	8.055 7.990	0.083 0.000
BB0810DUB						9.75 9.25						
BB1007DUB	10	12			18.50 17.50	7.25 6.75		9.987 9.972		12.018 12.000	10.058 9.990	0.086 0.003
BB1012DUB						12.25 11.75						
BB1207DUB	12	14			20.50 19.50	7.25 6.75		11.984 11.966		14.018 14.000	12.058 11.990	0.092 0.006
BB1209DUB						9.25 8.75						
BB1212DUB						12.25 11.75						
BB1417DUB	14	16			22.50 21.50	17.25 16.75		13.984 13.966		16.018 16.000	14.058 13.990	
BB1512DUB	15	17			23.50 22.50	12.25 11.75		14.984 14.966		17.018 17.000	15.058 14.990	
BB1517DUB						17.25 16.75						
BB1612DUB	16	18			24.50 23.50	12.25 11.75		15.984 15.966		18.018 18.000	16.058 15.990	
BB1617DUB						17.25 16.75						
BB1812DUB	18	20			26.50 25.50	12.25 11.75		17.984 17.966		20.021 20.000	18.061 17.990	0.095 0.006
BB1822DUB						22.25 21.75						
BB2012DUB	20	23	1.505 1.475	1.60 1.30	30.50 29.50	11.75 11.25		19.980 19.959		23.021 23.000	20.071 19.990	0.112 0.010
BB2017DUB						16.75 16.25						
BB2512DUB	25	28			35.50 34.50	11.75 11.25		24.980 24.959		28.021 28.000	25.071 24.990	
BB2522DUB						21.75 21.25						
BB3016DUB	30	34	2.005 1.970	2.10 1.80	42.50 41.50	16.25 15.75		29.980 29.959		34.025 34.000	30.085 29.990	0.126 0.010
BB3026DUB						26.25 25.75						
BB3526DUB	35	39			47.50 46.50	26.25 25.75		34.975 34.950		39.025 39.000	35.085 34.990	0.135 0.015
BB4026DUB	40	44			53.50 52.50	26.25 25.75		39.975 39.950		44.025 44.000	40.085 39.990	0.135 0.015
BB4526DUB	45	50	2.505 2.460	2.60 2.30	58.50 57.50	26.25 25.75		44.975 44.950		50.025 50.000	45.105 44.990	0.155 0.015

8.7 DU-Zoll Zylindrische Buchsen



Alle Abmessungen in Zoll

Innen- und Außenfasen

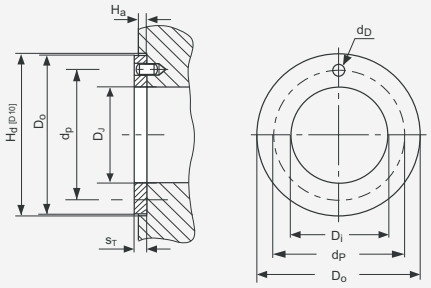
D_i	C_o	α	C_i	β
1/8" - 5/16"	0.008" - 0.024"	30°-45°	0.004" - 0.012"	30°-45°
3/8" - 11/16"	0.020" - 0.040"	20°-30°	0.005" - 0.025"	40°-55°
3/4" - 7"	0.020" - 0.040"	15°-25°	0.005" - 0.025"	40°-50°

Bestell-Nr.	Nennmaße			Wanddicke s_3	Breite B	Wellen-Ø D_J	Gehäuse-Ø D_H	Bchsen-Ø $D_{i,a}$ eingeb. in D_H housing	Lagerspiel C_D
	D_i	D_o	B	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.
02DU02	1/8	3/16	1/8	0.0315 0.0305	0.1350 0.1150	0.1243 0.1236	0.1878 0.1873	0.1268 0.1243	0.0032 0.0000
02DU03			3/16		0.1975 0.1775				
025DU025	5/32	7/32	5/32		0.16625 0.14265	0.1554 0.1547	0.2191 0.2186	0.1581 0.1556	0.0034 0.0002
025DU04			1/4		0.2600 0.2400				
03DU03	3/16	1/4	3/16		0.1975 0.1775	0.1865 0.1858	0.2503 0.2497	0.1893 0.1867	0.0035 0.0002
03DU04			1/4		0.2600 0.2400				
03DU06			3/8		0.3850 0.3650				
04DU04	1/4	5/16	1/4		0.2600 0.2400	0.2490 0.2481	0.3128 0.3122	0.2518 0.2492	0.0037 0.0002
04DU06			3/8		0.3850 0.3650				
05DU06	5/16	3/8	3/8		0.3850 0.3650	0.3115 0.3106	0.3753 0.3747	0.3143 0.3117	
05DU08			1/2		0.5100 0.4900				
06DU06	3/8	15/32	3/8	0.0471 0.0461	0.3850 0.3650	0.3740 0.3731	0.4691 0.4684	0.3769 0.3742	0.0038 0.0002
06DU08			1/2		0.5100 0.4900				
06DU12			3/4		0.7600 0.7400				
07DU08	7/16	17/32	1/2		0.5100 0.4900	0.4365 0.4355	0.5316 0.5309	0.4394 0.4367	0.0039 0.0002
07DU12			3/4		0.7600 0.7400				
08DU06	1/2	19/32	3/8		0.3850 0.3650	0.4990 0.4980	0.5941 0.5934	0.5019 0.4992	0.0039 0.0002
08DU08			1/2		0.5100 0.4900				
08DU10			5/8		0.6350 0.6150				
08DU14			7/8		0.8850 0.8650				
09DU08	9/16	21/32	1/2		0.5100 0.4900	0.5615 0.5605	0.6566 0.6559	0.5644 0.5617	
09DU12			3/4		0.7600 0.7400				

Bestell-Nr.	Nennmaße			Wanddicke s_3	Breite B	Wellen-Ø D_J	Gehäuse-Ø D_H	Bchsen-Ø $D_{i,a}$ eingeb. in D_H housing	Lagerspiel C_D
	D_i	D_o	B	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.
10DU08	$^5/_8$	$^{23}/_{32}$	$^1/_2$	0.0471 0.0461	0.5100 0.4900	0.6240 0.6230	0.7192 0.7184	0.6270 0.6242	0.0040 0.0002
10DU10			$^5/_8$		0.6350 0.6150				
10DU12			$^3/_4$		0.7600 0.7400				
10DU14			$^7/_8$		0.8850 0.8650				
11DU14	$^{11}/_{16}$	$^{25}/_{32}$			0.8850 0.8650	0.6865 0.6855	0.7817 0.7809	0.6895 0.6867	
12DU08	$^3/_4$	$^7/_8$	$^1/_2$	0.0627 0.0615	0.5100 0.4900	0.7491 0.7479	0.8755 0.8747	0.7525 0.7493	0.0046 0.0002
12DU12			$^3/_4$		0.7600 0.7400				
12DU16			1		1.0100 0.9900				
14DU12	$^7/_8$	1	$^3/_4$		0.7600 0.7400	0.8741 0.8729	1.0005 0.9997	0.8775 0.8743	
14DU14			$^7/_8$		0.8850 0.8650				
14DU16			1		1.0100 0.9900				
16DU12	1	$1^1/_8$	$^3/_4$		0.7600 0.7400	0.9991 0.9979	1.1256 1.1246	1.0026 0.9992	0.0047 0.0001
16DU16			1		1.0100 0.9900				
16DU24			$1^1/_2$		1.5100 1.4900				
18DU12	$1^1/_8$	$1^9/_{32}$	$^3/_4$	0.0784 0.0770	0.7600 0.7400	1.1238 1.1226	1.2818 1.2808	1.1278 1.1240	0.0052 0.0002
18DU16			1		1.0100 0.9900				
20DU12	$1^1/_4$	$1^{13}/_{32}$	$^3/_4$		0.7600 0.7400	1.2488 1.2472	1.4068 1.4058	1.2528 1.2490	0.0056 0.0002
20DU16			1		1.0100 0.9900				
20DU20			$1^1/_4$		1.2600 1.2400				
20DU28			$1^3/_4$		1.7600 1.7400				
22DU16	$1^3/_8$	$1^{17}/_{32}$	1		1.0100 0.9900	1.3738 1.3722	1.5318 1.5308	1.3778 1.3740	
22DU22			$1^3/_8$		1.3850 1.3650				
22DU28			$1^3/_4$		1.7600 1.7400				
24DU16	$1^1/_2$	$1^{21}/_{32}$	1		1.0100 0.9900	1.4988 1.4972	1.6568 1.6558	1.5028 1.4990	
24DU20			$1^1/_4$		1.2600 1.2400				
24DU24			$1^1/_2$		1.5100 1.4900				
24DU32			2		2.0100 1.9900				
26DU16	$1^5/_8$	$1^{25}/_{32}$	1		1.0100 0.9900	1.6238 1.6222	1.7818 1.7808	1.6278 1.6240	0.0056 0.0002
26DU24			$1^1/_2$		1.5100 1.4900				
28DU16	$1^3/_4$	$1^{15}/_{16}$	1	0.0941 0.0923	1.0100 0.9900	1.7487 1.7471	1.9381 1.9371	1.7535 1.7489	0.0064 0.0002
28DU24			$1^1/_2$		1.5100 1.4900				
28DU28			$1^3/_4$		1.7600 1.7400				
28DU32			2		2.0100 1.9900				

Bestell-Nr.	Nennmaße			Wanddicke s_3	Breite B	Wellen-Ø D_J	Gehäuse-Ø D_H	Bchsen-Ø $D_{i,a}$ eingeb. in D_H housing	Lagerspiel C_D
	D_i	D_o	B	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.
30DU16	$1^7/_8$	$2^1/_{16}$	1	0.0941 0.0923	1.0100 0.9900	1.8737 1.8721	2.0633 2.0621	1.8787 1.8739	0.0066 0.0002
30DU30			$1^7/_8$		1.8850 1.8650				
30DU36			$2^1/_4$		2.2600 2.2400				
32DU16	2	$2^3/_{16}$	1		1.0100 0.9900	1.9987 1.9969	2.1883 2.1871	2.0037 1.9989	0.0068 0.0002
32DU24			$1^1/_2$		1.5100 1.4900				
32DU32			2		2.0100 1.9900				
32DU40			$2^1/_2$		2.5100 2.4900				
36DU32	$2^1/_4$	$2^7/_{16}$	2	0.0928 0.0902	2.0100 1.4900	2.2507 2.2489	2.4377 2.4365	2.2573 2.2509	0.0084 0.0002
36DU36			$2^1/_4$		2.2600 2.2400				
36DU40			$2^1/_2$		2.5100 2.4900				
36DU48			3		3.0100 2.9900				
40DU32	$2^1/_2$	$2^{11}/_{16}$	2		2.0100 1.9900	2.5011 2.4993	2.6881 2.6869	2.5077 2.5013	
40DU40			$2^1/_2$		2.5100 2.4900				
40DU48			3		3.0100 2.9900				
40DU56			$3^1/_2$		3.5100 3.4900				
44DU32	$2^3/_4$	$2^{15}/_{16}$	2		2.0100 1.9900	2.7500 2.7482	2.9370 2.9358	2.7566 2.7502	
44DU40			$2^1/_2$		2.5100 2.4900				
44DU48			3		3.0100 2.9900				
44DU56			$3^1/_2$		3.5100 3.4900				
48DU32	3	$3^3/_{16}$	$2^1/_2$		2.5100 2.4900	3.0000 2.9982	3.1872 3.1858	3.0068 3.0002	0.0086 0.0002
48DU48			3		3.0100 2.9900				
48DU60			$3^3/_4$		3.7600 3.7400				
56DU40	$3^1/_2$	$3^{11}/_{16}$	$2^1/_2$		2.5100 2.4900	3.5000 3.4978	3.6872 3.6858	3.5068 3.5002	0.0090 0.0002
56DU48			3		3.0100 2.9900				
56DU60			$3^3/_4$		3.7600 3.7400				
64DU48	4	$4^3/_{16}$	3		3.0100 2.9900	4.0000 3.9978	4.1872 4.1858	4.0068 4.0002	0.0090 0.0002
64DU60			$3^3/_4$		3.7600 3.7400				
64DU76			$4^3/_4$		4.7600 4.7400				
80DU48	5	$5^3/_{16}$	3		3.0100 2.9900	4.9986 4.9961	5.1860 5.1844	5.0056 4.9988	0.0095 0.0002
80DU60			$3^3/_4$		3.7600 3.7400				
96DU48	6	$6^3/_{16}$	3		3.0100 2.9900	6.0000 5.9975	6.1874 6.1858	6.0070 6.0002	
96DU60			$3^3/_4$		3.7600 3.7400				
112DU60	7	$7^3/_{16}$	$3^3/_4$		3.7600 3.7400	6.9954 6.9929	7.1830 7.1812	7.0026 6.9956	0.0097 0.0002

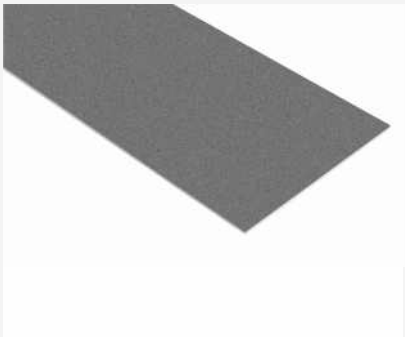
8.8 DU-Zoll Anlaufscheiben

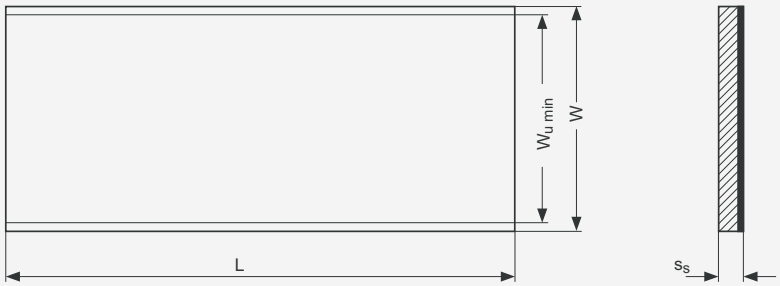


Alle Abmessungen in Zoll

Bestell-Nr.	Innen-Ø D_i		Außen-Ø D_o		Dicke s_T	Stiftloch Ø d_D	Stiftloch PCD-Ø d_P	Einstichtiefe H_a
	max.	min.	max.	min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.
DU06	0.510	0.500	0.875	0.865	0.063 0.061	0.077 0.067	0.692 0.682	0.050 0.040
DU07	0.572	0.562	1.000	0.990			0.786 0.776	
DU08	0.635	0.625	1.125	1.115		0.109 0.099	0.880 0.870	
DU09	0.697	0.687	1.187	1.177			0.942 0.932	
DU10	0.760	0.750	1.250	1.240			1.005 0.995	
DU11	0.822	0.812	1.375	1.365			1.099 1.089	
DU12	0.885	0.875	1.500	1.490		0.140 0.130	1.192 1.182	
DU14	1.010	1.000	1.750	1.740			1.380 1.370	
DU16	1.135	1.125	2.000	1.990		0.171 0.161	1.567 1.557	
DU18	1.260	1.250	2.125	2.115			1.692 1.682	
DU20	1.385	1.375	2.250	2.240			1.817 1.807	
DU22	1.510	1.500	2.500	2.490		0.202 0.192	2.005 1.995	
DU24	1.635	1.625	2.625	2.615			2.130 2.120	
DU26	1.760	1.750	2.750	2.740			2.255 2.245	
DU28	2.010	2.000	3.000	2.990	0.093 0.091		2.505 2.495	0.080 0.070
DU30	2.135	2.125	3.125	3.115			2.630 2.620	
DU32	2.260	2.250	3.250	3.240			2.755 2.745	

8.9 DU Gleitstreifen





Alle Abmessungen in mm

Bestell-Nr.	Länge L max. min.	Gesamtbreite W	Nutzbreite $W_{U\ min}$	Dicke s_S max. min.
S07190DU	503 500	200	190	0.74 0.70
S10190DU				1.01 0.97
S15240DU		254	240	1.52 1.48
S20240DU				2.00 1.96
S25240DU				2.50 2.46
S30240DU				3.06 3.02

8.10 DU-B Gleitstreifen

Alle Abmessungen in mm

Bestell-Nr.	Länge L max. min.	Gesamtbreite W	Nutzbreite $W_{U\ min}$	Dicke s_S max. min.
S07085DUB	503 500	95	85	0.74 0.70
S10180DUB		193	180	1.01 0.97
S15180DUB				1.52 1.48
S20180DUB				2.00 1.96
S25180DUB				2.50 2.46

8.11 DU-Zoll Gleitstreifen

DU Gleitstreifen in Zoll Abmessungen sind als Sonderteile auf Anfrage erhältlich.

9 Prüfmethoden

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 Prüfmethoden sind in ISO 3547 Teile 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 3547Teil 2 (an 2015DU)	
Prüfaufnahme und Einstelldorn $d_{ch,1}$	23.062 mm
Prüfkraft F_{ch}	4500 N
Grenzwerte für Δz	0 und -0,065 mm
Außendurchmesser D_0	23,035 bis 23,075 mm

Tabelle 15: Prüfung A nach ISO 3547Teil 2

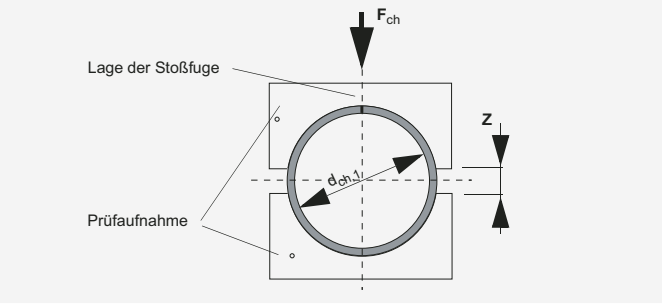


Abb. 34: Prüfung A, Beispiel für die Zeichnungseintragung

Prüfung C nach ISO 3547 Teil 1

Zur Prüfung des Innendurchmessers $D_{i,a}$ ist die Buchse in einen Lehrring einzupressen, dessen Nenndurchmesser den Maßen nach ISO 3547, Teil 2, Tabelle 6 entspricht. Die übrige Ausführung des Lehrrings muss DIN 31672 entsprechen. Der Innendurchmesser wird mit einem 3-Punkt-Messgerät oder mit einem Gut- und Ausschusslehrdorn gelehrt.

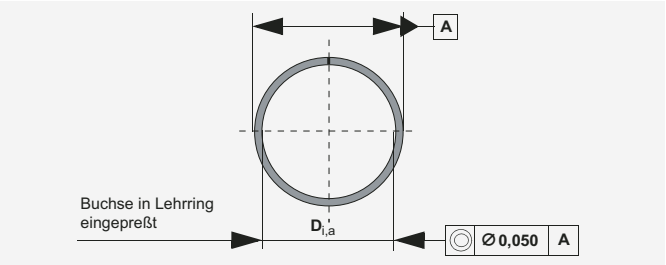


Abb. 35: Prüfung C, Beispiel für die Zeichnungseintragung

Prüfen der Wanddicke (nach Vereinbarung)

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

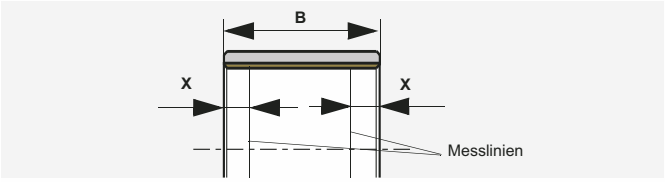


Abb. 36: Messlinien für die Wanddickenprüfung

Die Messung der Wanddicke ist in DIN ISO 12306 beschrieben.

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

Tabelle 16: Anzahl der Messlinien für die Wanddickenprüfung

Prüfung D nach ISO 3547 Teil 2

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

Formelzeichen und Einheiten

Formel-zeichen	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 das Kalibrieren
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 Gegenlauffläche (Linearbewegung)
a_L	-	Lebensdauer-Korrekturkonstante
a_M	-	Korrekturfaktor für den Gegenwerkstoff
a_T	-	Korrekturfaktor für Temperatur und Wärmeableitung
B	mm	Buchsen-Breite
C	1/min	Belastungsfrequenz, dynamisch
C_D	mm	Einbauspiel der eingepressten Buchse
C_i	mm	Breite der Innenfase
C_o	mm	Breite der Aussenfase
C_T	-	Gesamtanzahl der dynamischen Lastwechsel
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
$d_{ch,1}$	mm	Durchmesser der Prüfaufnahme
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

Formel-zeichen	Einheit	Benennung
H_a	mm	Eindrehtiefe für Gehäuse (z.B. bei Anlaufscheiben)
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
$\bar{p}$	N/mm^2	Spezifische Lagerbelastung, mittlere Flächenbelastung
$\bar{p}_{lim}$	N/mm^2	Max. zul. spezifische Lagerbelastung
$\bar{p}_{sta,max}$	N/mm^2	Zul. statische Lagerbelastung
$\bar{p}_{dyn,max}$	N/mm^2	Zul. dynamische Lagerbelastung
Q	-	Zulässige Anzahl der Schwenkbewegungen
R_a	∝m	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
U	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	$1/10^6K$	Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient parallel zur Oberfläche
α_2	$1/10^6K$	Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient senkrecht zur Oberfläche
σ_c	N/mm^2	Druckfestigkeit
λ	W/mK	Wärmeleitfähigkeit
ϕ	°	Schwenkbewegung: Ausschlag ab Mittelachse nach jeder Seite Linearbewegung: Ausschlag von der Mittelposition
η	Ns/mm^2	Dynamische Viskosität des Schmierstoffes

Ihre Notizen:

Ihre Notizen

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 2016; 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 2002/95/EG (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 zu 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 2000/53/EG über Altfahrzeuge ist es seit 1. Juli 2003 verboten, Werkstoffe und Bauteile von Fahrzeugen in Verkehr zu bringen, die Blei, Quecksilber, Kadmium oder sechswertiges Chrom enthalten. Aufgrund einer Ausnahmevorschrift 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, SY und SP erfüllen diese Anforderungen der EU-Richtlinien 2002/95/EG (ROHS-Richtlinie) und 2000/53/EG (Altfahrzeug-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 DU Materialien berücksichtigt werden.

Bei der Bearbeitung

Bei Temperaturen bis zu 250°C ist das in den Lagerwerkstoffen enthaltene Polytetrafluorethylen (PTFE) völlig inert. Selbst wenn DU/DU-B 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 DU bearbeitet wird, nicht geraucht werden.

DU® und DU-B sind Trademarks von GGB.

Besuchen Sie uns im Internet:
www.ggbearings.com

©2016 GGB. Alle Rechte vorbehalten.

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

GGB
BEARING TECHNOLOGY

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

HB103DEU02-16HN