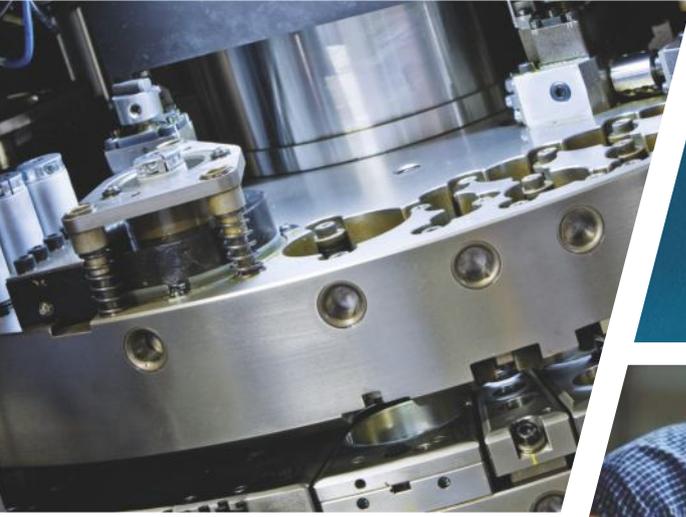




 **GGB**
BY TIMKEN



GGB DU[®] und DU-B

WARTUNGSFREIE METALL-POLYMER GLEITLAGER LÖSUNGEN





PUSHING BOUNDARIES TO CO-CREATE A HIGHER QUALITY OF LIFE

GGB trägt dazu bei, eine Welt der Bewegung mit minimalem Reibungsverlust durch Gleitlager und Oberflächentechnologien zu schaffen. Mit Forschung und Entwicklung, Test- und Produktionswerken in den USA, Deutschland, Frankreich, Brasilien, der Slowakei und China, arbeitet GGB eng mit Kunden weltweit an kundenspezifischen tribologischen Design-Lösungen, welche effizient und umweltverträglich sind. Die Ingenieure von GGB teilen ihr Fachwissen und ihre Leidenschaft für Tribologie mit einer Vielzahl von Industrien, die Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt sowie die industrielle Fertigung eingeschlossen. Für weitergehende Informationen zu Tribologie für Oberflächen von GGB besuchen Sie <https://www.ggbearings.com/de>.

Unsere Produkte werden jeden Tag in unzähligen anspruchsvollen Anwendungen auf unserem Planeten eingesetzt. Es ist immer unser Ziel, überlegene Lösungen von hoher Qualität für die Anforderungen unserer Kunden zu bieten – ganz gleich, wohin diese Anforderungen unsere Produkte führen. Von Raumfahrzeugen bis hin zu Golfwagen und praktisch allem dazwischen ... wir stellen das branchenweit größte Angebot an leistungsstarken, wartungsfreien Gleitlagerlösungen für eine Vielzahl von Anwendungen zur Verfügung:

- [Allgemeine Industrie](#)
- [Automobil](#)
- [Bauwesen](#)
- [Bergbau](#)
- [E-Mobilität](#)
- [Energie](#)
- [Fluidtechnik](#)
- [Freizeitbranche](#)
- [Landwirtschaftliche Geräte](#)
- [Luft- und Raumfahrt](#)
- [Medizintechnik](#)
- [Öl- & Gas](#)
- [Primärmetalle](#)
- [Schienenfahrzeuge](#)

Der GGB Vorteil



GERINGERE SYSTEMKOSTEN

Gleitlager von GGB senken die Bearbeitungskosten der Wellen, da das Anbringen von Bohrungen und Schmiernuten überflüssig wird. Ihr kompakter einteiliger Aufbau ermöglicht Raum- und Gewichtsersparnisse und vereinfacht die Montage.



GERINGE REIBUNG, HOHE VERSCHLEIßFESTIGKEIT

Durch niedrige Reibungskoeffizienten erübrigt sich das erforderliche Schmieren, während ein reibungsloser Betrieb gewährt, der Verschleiß verringert und die Lebensdauer verlängert wird. Eine geringe Reibung verhindert zudem den Stick-Slip-Effekt oder die Haftreibung während der Inbetriebnahme.



UMWELTFREUNDLICH

Die fett- und bleifreien GGB Gleitlager erfüllen die zunehmend strenger werdende Umweltgesetzgebung, wie beispielsweise die RoHS-Richtlinie der EU, die die Verwendung gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten beschränkt.



KUNDENSUPPORT

Die flexible Produktionsplattform und das umfassende Liefernetzwerk von GGB garantieren schnelle und termingerechte Lieferungen.

Darüber hinaus bieten wir lokalen Support im Bereich Anwendungstechnik sowie technische Kundenbetreuung an.



WARTUNGSFREI

Die wartungsfreien bzw. wartungsarmen Gleitlager von GGB sind selbstschmierend, wodurch sie ideal für Anwendungen sind, die eine lange Lebensdauer der Gleitlager ohne kontinuierliche Wartung erfordern.

Höchste Qualitätsstandards



SICHERHEIT

GGB hat eine tief verwurzelte Sicherheitskultur. Der Fokus liegt stets darauf, allen Mitarbeitern ein sicheres, gesundes Arbeitsumfeld zur Verfügung zu stellen. Sicherheit ist ein Grundwert bei GGB und in jeder Unternehmensebene der entscheidende Faktor, um das Ziel des industrieweit besten Arbeitsschutzes für die Mitarbeiter durchsetzen zu können.



EXZELLENZ

Unsere erstklassigen Fertigungswerke in den USA, Brasilien, China, Deutschland, Frankreich und der Slowakei sind nach ISO 9001, IATF 16949, ISO 14001 und ISO 45001 zertifiziert. Damit haben wir Zugang zu den Best Practices der Industrie und können unser Qualitätsmanagementsystem nach den globalen Standards ausrichten.

Eine vollständige Liste unserer Zertifizierungen finden Sie auf unserer Website:

<https://www.ggbearings.com/de/zertifikate>



RESPEKT

Wir glauben, dass Respekt für jeden Einzelnen und jedes Team zur Weiterentwicklung nötig ist. Die Zusammenarbeit unserer Mitarbeiter beruht auf gegenseitigem Respekt, unabhängig von Herkunft, Nationalität oder Unternehmensfunktion. Wir begrüßen Vielfalt und lernen voneinander.

GGB - Wer wir sind

BEI GGB SCHEUEN WIR UNS NICHT, RISIKEN FÜR UNSERE KUNDEN EINZUGEHEN.

Wir von GGB scheuen kein Risiko und nehmen gerne Herausforderungen an. Wir lieben, was wir tun und glauben, dass genau diese Leidenschaft uns die Innovationskraft verleiht, die das Beste aus den Menschen herausholt. Wir sind stolz darauf, dass wir schon früh in der Entwicklungsphase eng mit unseren Kunden zusammenarbeiten und dadurch mutiger und in alle Richtungen denken können und über die traditionellen Oberflächen Lösungen hinausgehen. Wir sind pflegen zuverlässige Partnerschaften, die auf Vertrauen, Empathie, Entschlossenheit, Teamgeist und Respekt aufbauen.

Führend in der Tribologie, bietet GGB mit seinen Gleitlager- und Beschichtungstechnologien eine Welt voller Bewegung mit minimalen Reibungsverlusten. Mit unserer globalen Präsenz und unserem umfangreichen anwendungstechnischen Fachwissen sind unsere Möglichkeiten praktisch endlos. Wir arbeiten daran, die Grenzen des Möglichen zu überwinden und Kunden auf allen Märkten dafür zu begeistern, sich mit uns zusammenzuschließen und innovativ zu werden.



Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	7	3.8 Berechnung der Lebensdauer	20
1.1 Anwendungen	7	Spezifische Belastung p berechnen	20
1.2 Vorteile	7	Hochlastfaktor a_E berechnen	20
1.3 Lieferbare Produkte	8	Korrigierten pU -Faktor berechnen	20
1.4 Werkstoffvarianten	8	Lebensdauer L_H berechnen	21
2 Werkstoffe	9	Einfluss durch Kalibrieren, Nachbearbeiten	21
2.1 Aufbau	9	Gleitstreifen	21
2.2 Trockenlaufprinzip	9	3.9 Berechnungsbeispiele	22
2.3 Verschleißbilder	11	4 Schmierung	24
2.4 Werkstoffeigenschaften	11	4.1 Schmierstoffe	24
2.5 Chemische Beständigkeit	12	4.2 Tribologische Betriebszustände	24
3 Lebensdauer	14	Hydrodynamische Schmierung	24
3.1 Berechnung und Korrekturfaktoren	14	Mischreibung	25
Berechnungsmethoden	14	Trockenlauf	25
3.2 Spezifische Lagerbelastung p	14	4.3 Gleit- und Reibverhalten	25
3.3 Maximal zulässige spezifische Belastung p_{lim}	15	4.4 Konstruktionshinweise	26
3.4 Gleitgeschwindigkeit U	15	4.5 Betriebsspiel	27
Drehbewegung	15	4.6 Oberflächengüte	27
Schwenkbewegung	15	4.7 Schmiernuten	27
3.5 pU -Faktor	16	4.8 Fettschmierung	27
3.6 Korrekturfaktoren	16		
Temperatur	16		
Gegenwerkstoff	17		
Lagergröße	17		
Nachbearbeiten der Lagerlauffläche	18		
Belastungsart	18		
3.7 Berechnung der Lagerabmessungen	19		
Berechnung für Buchsen	19		
Berechnung für Anlaufscheiben	19		
Berechnung für Gleitstreifen	19		

Inhaltsverzeichnis

5 Lagereinbau	28	7 Standardteile	34
Lagerspiel	28	7.1 DU® Zylindrische Buchsen	34
5.1 Wärmeausdehnung	28	7.2 DU® Bundbuchsen	40
5.2 Toleranzen für Kleinstspiele	28	7.3 DU® Bundscheiben	42
Kalibrierdorn	29	7.4 DU® Anlaufscheiben	43
5.3 Gegenlaufkörper	29	7.5 DU-B Zylindrische Buchsen	44
5.4 Lagereinbau	30	7.6 DU-B Bundbuchsen	47
Einpressen von Buchsen	30	7.7 DU® Zoll Zylindrische Buchsen	49
Einbau von Bundbuchsen	30	7.8 DU® Zoll Anlaufscheiben	52
Einpresskräfte	30	7.9 DU® Gleitstreifen	53
Fluchtung	31	7.10 DU-B Gleitstreifen	53
Abdichten von Lagerstellen	31	7.11 DU® Zoll Gleitstreifen	53
5.5 Axialführung	31	8 Prüfmethode	54
Einbau von Anlaufscheiben	31	8.1 Prüfung von gerollten Buchsen	54
Gleitstreifen	32	Prüfung A nach ISO 3547 Teil 2	54
6 Bearbeitung	33	Prüfung B (alternativ zu Prüfung A)	54
6.1 Spanende/nichtspanende Bearbeitung	33	Prüfung C nach ISO 3547 Teil 1	54
Bohren von Öllöchern	33	Prüfung D nach ISO 3547 Teil 2	54
Streifen schneiden	33	Formelzeichen und Einheiten	53
6.2 Galvanische Oberflächenbehandlung	33	9 Technisches Datenblatt	56
DU	33	Produkt Information	57
Gegenwerkstoff	33		

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 Einsatzmöglichkeiten im voraus theoretisch zu ermitteln.

1.1 ANWENDUNGEN

DU® kann bei allen Bewegungsarten wie

- Drehbewegungen
- Schwenkbewegungen
- hin- und hergehenden Bewegungen
- linearen 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 Umweltauflagen
- bei Neigung zu Reibkorrosion.

1.2 VORTEILE

- ohne Schmierung einsetzbar, daher ist ein wartungsfreier Betrieb möglich
- Aufnahme hoher pU-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

Metrische Abmessungen und Zollabmessungen

– Zylindrische Buchsen – Bundbuchsen* – Anlaufscheiben – Bundscheiben* – Streifen * nur in metrischen Abmessungen

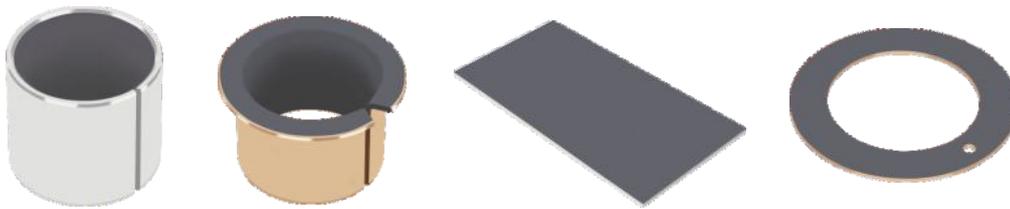


Abb. 1: Standardteile

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



Abb. 2: Beispiele von Sonderteilen

1.4 WERKSTOFFVARIANTEN

BEZEICHNUNG	RÜCKEN	LAUFSCHICHT	BETRIEBSTEMPERATUR [°C]		MAX. SPEZIFISCHE BELASTUNG p_{lim} [N/mm ²]
DU®	Stahl	PTFE + Pb	min -200	max +280	250
DU-B	Bronze	PTFE + Pb	min -200	max +280	140

Tabelle 1: Unterscheidungsmerkmale von DU und DU-B

2 Werkstoffe

2.1 AUFBAU

DU®

DU® ist ein Verbundmaterial und besteht aus drei Schichten: einem tragenden Rücken aus Stahl, einer porösen Zwischenschicht aus Sinter-Bronze, und einer Laufschiicht aus PTFE und Blei.

Durch diesen Verbundschicht-Aufbau erreicht man eine hohe mechanische Festigkeit, eine große Maßhaltigkeit, eine gute Wärmeabfuhr, dadurch reduzierte Lagertemperatur und einen hervorragenden Trockenlauf.



Abb. 3: DU Mikroschliffbild

DU-B

DU-B besteht auch aus den gleichen drei Schichten, mit einem tragenden Rücken aus Bronze anstatt Stahl.

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

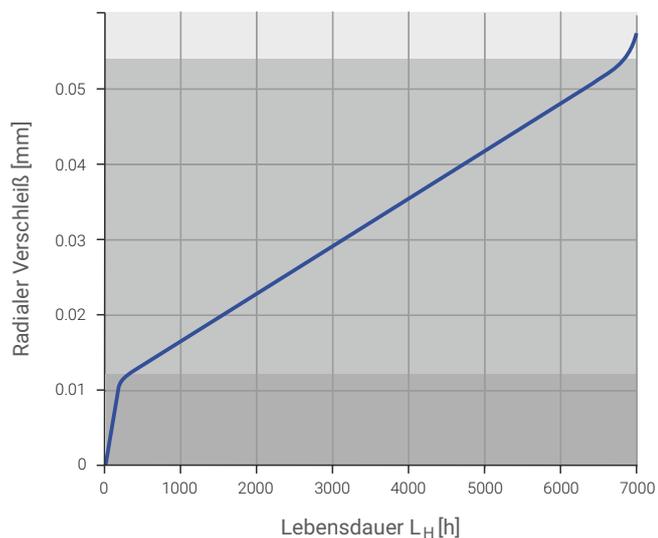


Abb: DU-B Mikroschliffbild

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



- Ende der Lebensdauer: ansteigende Verschleißrate
- Betriebsphase: geringe Verschleißrate
- Einlaufphase: erhöhte Verschleißrate durch Glättung des Gegenwerkstoffes

Abb. 5: Verschleiß-Diagramm bei Trockenlauf unter normalen Betriebsbedingungen.

2 Werkstoffe

Einlauf-Phase

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

Etwa 10 % der tragenden Bronzeschiicht ist freigelegt und sichtbar.

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

Bei etwa 50 % der Lebensdauer

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

Ende der Lebensdauer

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

Verschleiß der Gegenlauffläche

Der Verschleiß von empfohlenen Gegenwerkstoffen ist nicht messbar, außer wenn die Nutzungsgrenze des Lagers überschritten ist, oder das Lager durch abrasiven Schmutz verunreinigt wurde.

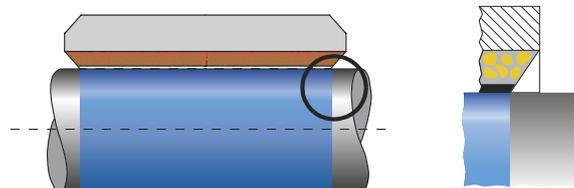


Abb. 6: Einlauf-Verschleiß

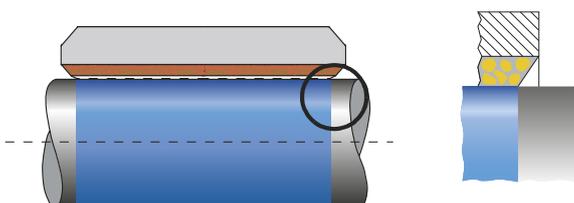


Abb. 7: Verschleiß bei etwa der Hälfte der Lebensdauer

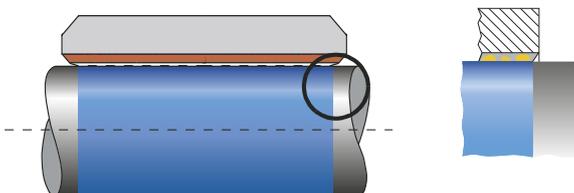


Abb. 8: Verschleiß gegen Ende der Lebensdauer

2.4 WERKSTOFFEIGENSCHAFTEN

WERKSTOFFEIGENSCHAFTEN	SYMBOL	EINHEIT	WERT		BEMERKUNGEN
			DU®	DU-B	
PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN					
Wärmeleitfähigkeit	λ	W/mK	40	60	nach dem Einlauf
Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient	α_1 α_2	$10^{-6}/K$	11 30	18 36	gemessen an Streifen 1,9 mm dick
Betriebstemperatur	T_{max} T_{min}	°C	+280 -200	+280 -200	
MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN					
Druckfestigkeit	σ_C	N/mm ²	350	300	gemessen an Scheibe $\varnothing 25 \times 2,44$ mm dick
Max. zulässige Flächenpressung	statisch dynamisch	$p_{sta,max}$ $p_{dyn,max}$	250 140	140 140	
ELEKTRISCHE EIGENSCHAFTEN					
Oberflächenwiderstand	R_{OB}	Ω	1 - 10	1 - 12	abhängig von Druck und Fläche, gemessen an 1 cm ² Kontaktfläche
BESTÄNDIGKEIT GEGEN RADIOAKTIVE STRAHLUNG					
Max. zulässige thermische Neutronendosis	D_{Nth}	nvt	2×10^{15}	2×10^{15}	nvt = therm. Neutronenfluss
Max. Gammastrahlendosis	D_γ	Gy = J/kg	10^6	10^6	1 Gray = 1J/kg

Tabelle 2: Wichtige Eigenschaften von DU und DU-B

2 Werkstoffe

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

MEDIUM	°C	DU®	DU-B
LÖSUNGSMITTEL			
Aceton	20	+	+
Tetrachlorkohlenstoff	20	+	+
SCHMIERMITTEL UND KRAFTSTOFFE			
Paraffin	20	+	+
Benzin	20	+	+
Petroleum	20	+	+
Dieselmotorenöl	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 aggressiven 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

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

GLEITREIBUNGSZAHL

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

- der spezifischen Belastung p [N/mm²]
- der Gleitgeschwindigkeit U [m/s]
- dem Mittenrauhwert der Gegenauflfläche 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, dass 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 und Abb. 10 entnommenen Werte können, abhängig von den Betriebsbedingungen, um $\pm 20\%$ abweichen.

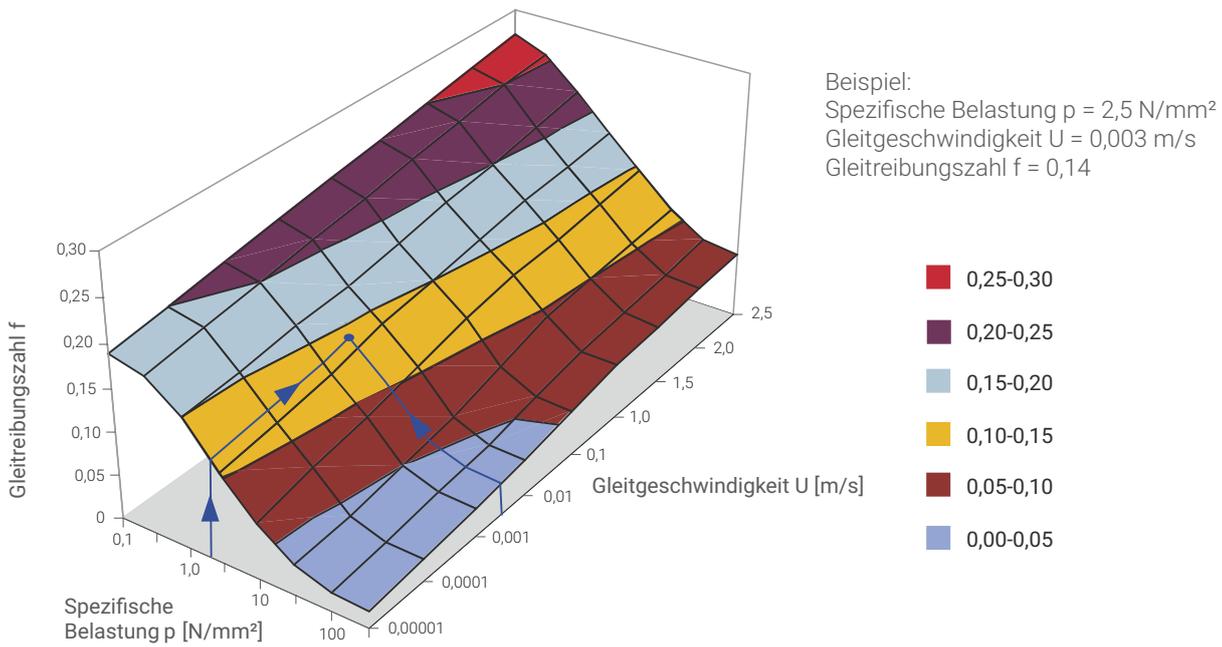


Abb. 9: Gleitreibungszahl f in Abhängigkeit von p und T bei $T = 25 \text{ °C}$

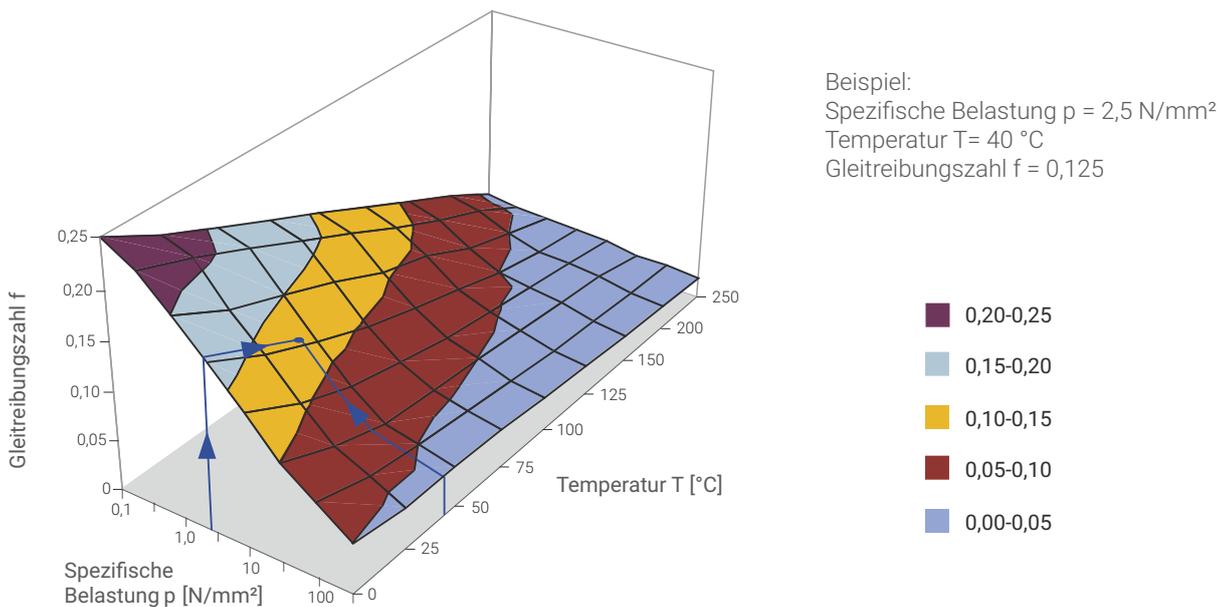


Abb. 10: Gleitreibungszahl f in Abhängigkeit von p und U bei $U = 0,01 \text{ m/s}$

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 p_{lim}
- pU-Faktor
- Oberflächengüte der Gegenlaufläche Ra
- Material des Gegenlaufkörpers
- Temperatur T
- Umgebungseinflüsse (Gehäuseausführung, Schmutz, Schmiermittel, Kantenpressung).

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 p

Einen ersten Richtwert für die Druckbelastung liefert die spezifische Lagerbelastung p .

Buchsen

$$(3.2.1) \quad p = \frac{F}{D_i \cdot B} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Anlaufscheiben

$$(3.2.2) \quad p = \frac{4F}{\pi \cdot (D_o^2 - D_i^2)} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Bundbuchsen (axiale Belastung)

$$(3.2.3) \quad p = \frac{F}{0,04 \cdot (D_{fl}^2 - D_i^2)} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Gleitstreifen

$$(3.2.4) \quad p = \frac{F}{L \cdot W} \quad [\text{N/mm}^2]$$

p darf die in Tab. 4, Seite 15 gegebenen zulässigen Werte 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 ($p > 140 \text{ N/mm}^2$) wird die Laufschrift 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 p_{lim}

Die Grenze der Belastbarkeit, die ein DU®-Lager aufnehmen kann, wird durch p_{lim} [N/mm²] ausgedrückt.

Die maximal zulässige spezifische Belastung p eines DU®-Lagers ist abhängig von der Art der Belastung.

Dynamische oder oszillierende Belastungen reduzieren p_{lim} .

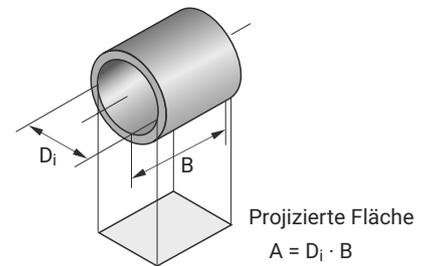


Abb. 11: Projizierte Fläche

Maximal zulässige spezifische Belastung p_{lim}

BELASTUNGSARTEN / p_{lim} [Nmm ²]										
statische Last, rotierende Bewegung p_{lim} 140										
statische Last, oszillierende Bewegung										
p_{lim}	140	140	115	95	85	80	60	44	30	20
Anzahl der Schwenkbewegungen Q	1000	2000	4000	6000	8000	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸
dynamische Last, rotierende oder oszillierende Bewegung										
p_{lim}	60	60	50	46	42	40	30	22	15	10
Anzahl der Belastungsspiele Q	1000	2000	4000	6000	8000	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸

Tabelle 4: Maximalwerte für die spezifische Belastung 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

$$(3.4.1) \quad U = \frac{D_i \cdot \pi \cdot N}{60 \cdot 10^3} \quad [\text{m/s}]$$

Anlaufscheiben

$$(3.4.2) \quad U = \frac{\frac{D_o + D_i}{2} \cdot \pi \cdot N}{60 \cdot 10^3} \quad [\text{m/s}]$$

Schwenkbewegung

Buchsen

$$(3.4.3) \quad U = \frac{D_i \cdot \pi}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{4\Phi \cdot N_{osz}}{360} \quad [\text{m/s}]$$

Anlaufscheiben

$$(3.4.4) \quad U = \frac{\frac{D_o + D_i}{2} \cdot \pi}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{4\Phi \cdot N_{osz}}{360} \quad [\text{m/s}]$$

3 Lebensdauer

3.5 pU-FAKTOR

Die Betriebslebensdauer eines DU®-Lagers hängt vom pU-Faktor ab. Er ist das Produkt aus spezifischer Belastung pro Flächeneinheit p [N/mm²] und Gleitgeschwindigkeit U [m/s]. pU [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).

Es muss geprüft werden, ob p , U und pU innerhalb der vorgeschriebenen Bereiche liegen. Um einen geringen Verschleiß zu erreichen, müssen p , U und pU kleiner als die angegebenen Richtwerte sein.

	DU	UNIT
p	140	N/mm ²
U	2,5	m/s
pU Dauerbetrieb	1,8	N/mm ² · m/s
pU Aussetzbetrieb	3,6	N/mm ² · m/s

pU-Faktor berechnen

$$(3.5.1) \quad pU = p \cdot U$$

[N/mm² · m/s]

Tabelle 5: Gültigkeitsbereiche

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, und die Einschaltdauer.

Der Korrekturfaktor a_T berücksichtigt den Einfluss der Temperatur.

BETRIEBSBEDINGUNGEN	ART DES GEHÄUSES	LAGERUMGEBUNGSTEMPERATUR T_{amb} [°C] UND TEMPERATUR-KORREKTURFAKTOR a_T					
		[°C] 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 Trockenlauf. 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 ($R_a = 0,3 \mu\text{m}$)	1	200

GEGENWERKSTOFF	a_M	a_L
Stähle mit Oberflächenbehandlung (Schicht 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 Gegenlaufläche von $R_a \leq 0,4 \mu\text{m}$. Dies entspricht R_z 1,6 - 2,5 μm . Es gilt:

- geschliffen ist besser als feingedreht
- abrasive Partikel nach der Bearbeitung entfernen
- Grauguss-Oberflächen auf $R_a < 0,3 \mu\text{m}$ schleifen
- 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. Somit erhöht sich die spezifische Belastung p und dadurch auch der pU -Faktor.

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

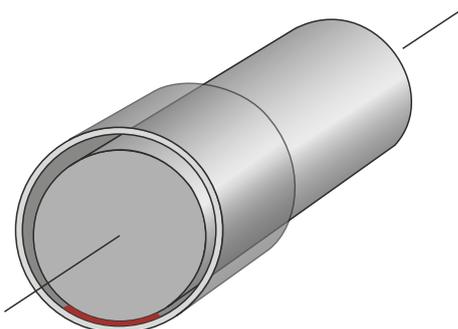


Abb. 12: Berührungsflächen zwischen Lager und Welle

3 Lebensdauer

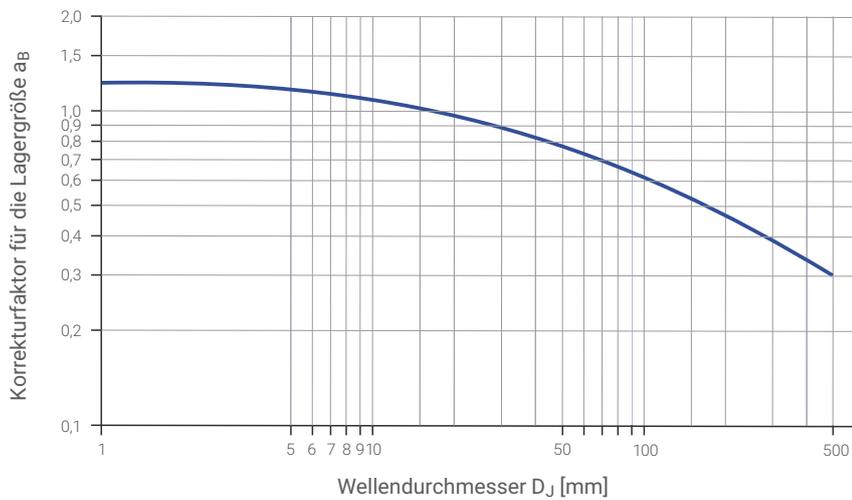


Abb. 13: Korrekturfaktor für die Lagergröße a_B der Lagerlauffläche

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. Der Korrekturfaktor a_c berücksichtigt dies.

UMFANG DER NACHARBEIT	KORREKTURFAKTOR a_c	
NACHKALIBRIEREN		
Aufmaß des Kalibrierdorns über Buchsen-	0,025 mm	0,8
Istmaßdurchmesser	0,038 mm	0,6
	0,050 mm	0,3
FEINBEARBEITUNG		
Schnitttiefe	0,025 mm	0,6
	0,038 mm	0,3
	0,050 mm	0,1

Tabelle 8: Korrekturfaktor a_c für die Nacharbeit

Belastungsart

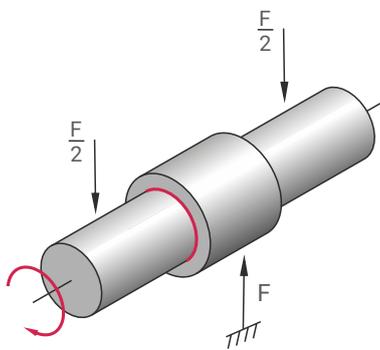


Abb. 14: Punktlast (Buchse steht, Welle dreht)

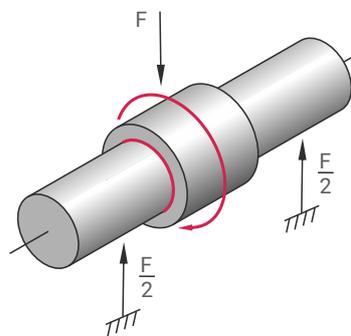


Abb. 15: Umfangslast (Welle steht, Buchse dreht)

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 p_{lim} , und das Verhältnis pU/L_H .

Sofern sich die Lagerbreite um mehr als $2 \times D_i$ (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)

$$(3.7.1) \quad B = \frac{F \cdot N \cdot (L_H + a_L)}{1,25 \cdot 10^7 \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} + \frac{F}{p_{lim} \cdot D_i} \quad [\text{mm}]$$

Umfangslast (Welle steht, Buchse rotiert mit Last)

$$(3.7.2) \quad B = \frac{F \cdot N \cdot (L_H + a_L)}{2,5 \cdot 10^7 \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} + \frac{F}{p_{lim} \cdot D_i} \quad [\text{mm}]$$

Anlaufscheiben

$$(3.7.3) \quad D_o - D_i = \frac{F \cdot N \cdot (L_H + a_L)}{1,25 \cdot 10^7 \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} + \sqrt{D_i^2 + \frac{1,3 F}{p_{lim}}} - D_i \quad [\text{mm}]$$

Gleitstreifen

$$(3.7.4) \quad A = \frac{2,38 \cdot F \cdot U \cdot (L_H + a_L)}{10^3 \cdot a_T \cdot a_M} \cdot \frac{(L + L_S)}{L} + \frac{F}{p_{lim}} \quad [\text{mm}^2]$$

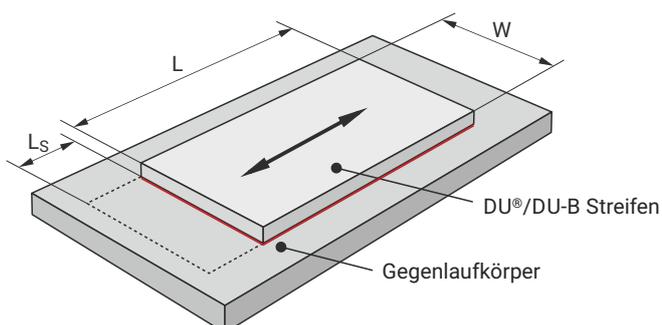


Abb. 16: Gleitstreifen

3 Lebensdauer

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 p berechnen

Buchsen

$$(3.8.1) \quad p = \frac{F}{D_i \cdot B} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Bundbuchsen

$$(3.8.2) \quad p = \frac{F}{0,04 \cdot (D_{\Pi}^2 - D_i^2)} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Anlaufscheiben

$$(3.8.3) \quad p = \frac{4F}{p \cdot (D_o^2 - D_i^2)} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Hochlastfaktor a_E berechnen

$$(3.8.4) \quad a_E = \frac{p_{\text{lim}} - p}{p_{\text{lim}}} \quad [-]$$

p_{lim} siehe Tabelle 4, Seite 15

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

Korrigierten pU -Faktor berechnen

Buchsen

$$(3.8.5) \quad pU = \frac{5,25 \cdot 10^{-5} F \cdot N}{a_E \cdot B \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} \quad [\text{N/mm}^2 \cdot \text{m/s}]$$

Bundbuchsen

$$(3.8.6) \quad pU = \frac{6,5 \cdot 10^{-4} F \cdot N}{a_E \cdot (D_{\Pi} - D_i) \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} \quad [\text{N/mm}^2 \cdot \text{m/s}]$$

Anlaufscheiben

$$(3.8.7) \quad pU = \frac{3,34 \cdot 10^{-5} F \cdot N}{a_E \cdot (D_o - D_i) \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} \quad [\text{N/mm}^2 \cdot \text{m/s}]$$

Bei oszillierenden Bewegungen ergibt sich die mittlere Drehzahl mit:

$$(3.8.8) \quad N = \frac{4\varphi \cdot N_{\text{osz}}}{360} \quad [1/\text{min}]$$

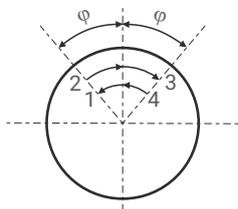


Abb. 17: Schwenkwinkel φ



Lebensdauer L_H berechnen

Buchsen (Punktlast)

$$(3.8.9) \quad L_H = \frac{615}{pU} - a_L \quad [h]$$

Buchsen (Umfangslast)

$$(3.8.10) \quad L_H = \frac{1230}{pU} - a_L \quad [h]$$

Bundbuchsen (axial belastet)

$$(3.8.11) \quad L_H = \frac{410}{pU} - a_L \quad [h]$$

Anlaufscheiben

$$(3.8.12) \quad L_H = \frac{410}{pU} - a_L \quad [h]$$

Einfluss durch Kalibrieren, Nachbearbeiten

Da das Kalibrieren die Lebensdauer beeinflusst, muss die rechnerische Lebensdauer mit dem Korrekturfaktor für das Kalibrieren a_c (Tabelle 8, Seite 18) korrigiert werden.

Lebensdauer

$$(3.8.13) \quad L_H = L_H \cdot a_c \quad [h]$$

Gleitstreifen

Faktor für den Einfluss der spezifischen Lagerbelastung

$$(3.8.14) \quad a_{E1} = A - \frac{F}{p_{lim}} \quad [-]$$

Faktor für den Einfluss von Temperatur und Gegenwerkstoff

$$(3.8.15) \quad a_{E2} = \frac{420 \cdot a_T \cdot a_M}{F \cdot U} \quad [-]$$

Faktor für den Einfluss der relativen Gegenlauffläche

$$(3.8.16) \quad a_{E3} = \frac{A}{A_M} \quad [-]$$

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

Lebensdauer

$$(3.8.17) \quad L_H = a_{E1} \cdot a_{E2} \cdot a_{E3} - a_L \quad [h]$$

Bei einer rechnerischen Lebensdauer > 4000 h kann die tatsächliche Betriebslebensdauer stark vom berechneten Wert abweichen. Äußere Einflüsse wirken stärker als der rechnerische Verschleiß.

$$Z_T = L_H \cdot N_{OSZ} \cdot 60 \quad (\text{für Schwenkbewegungen - 3.8.18})$$

$$Z_T = L_H \cdot C \cdot 60 \quad (\text{für dynamische Belastungen - 3.8.19})$$

Prüfe, ob $Z_T < Q$ (Tabelle 4, Seite 15) für die tatsächliche spezifische Lagerbelastung p .

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

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 Lebensdauer

3.9 BERECHNUNGSBEISPIELE

Zylindrische Buchse

Gegeben:			
Belastungsart	Statische Belastung	Innendurchmesser D_i	40 mm
	Rotierende Bewegung	Buchsenbreite B	30 mm
Welle	Stahl	Lagerkraft F	5.000 N
	Trockenlauf bei 25°C	Drehzahl N	50 · 1/min

Berechnungs- und Korrekturfaktoren	
Grenzwert p_{lim}	140 N/mm ² (Tabelle 4, Seite 15)
Temperatur-Korrekturfaktor a_T	1,0 (Tabelle 6, Seite 16)
Werkstoff-Korrekturfaktor a_M	1,0 (Tabelle 7, Seite 17)
Lagergrößen-Korrekturfaktor a_B	0,85 (Abb. 13, Seite 18)
Lebensdauer-Korrekturfaktor a_L	200 (Tabelle 7, Seite 17)

Berechnung	Gl.-Nr.	Value
Spezifische Belastung p [N/mm ²]	(3.2.1) Seite 14	$p = \frac{F}{D_i \cdot B} = \frac{5.000}{40 \cdot 30} = 4,17$
Gleitgeschwindigkeit U [m/s]	(3.4.1) Seite 15	$U = \frac{D_i \cdot \pi \cdot N}{60 \cdot 10^3} = \frac{40 \cdot 3,14 \cdot 50}{60 \cdot 10^3} = 0,105$
pU-Wert (vgl. mit Werten aus Tab. 5, Seite 16)	(3.5.1) Seite 16	$pU = p \cdot U = 4,17 \cdot 0,105 = 0,438$
Hochlastfaktor a_E [-] muss > 0	(3.8.4) Seite 20	$a_E = \frac{p_{lim} - p}{p_{lim}} = \frac{140 - 4,17}{140} = 0,97$
Korrigierter pU-Faktor [N/mm ² · m/s]	(3.8.5) Seite 20	$pU = \frac{5,25 \cdot 10^{-5} F \cdot N}{a_E \cdot B \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} = 0,53$
Lebensdauer L_H [h]	(3.8.9) Seite 21	$L_H = \frac{615}{pU} \cdot a_L = \frac{615}{0,53} \cdot 200 = 960$

Zylindrische Buchse

Gegeben:			
Belastungsart	Statische Belastung	Innendurchmesser D_i	30 mm
	Rotierende Bewegung	Buchsenbreite B	30 mm
Welle	Stahl	Lagerkraft F	25.000 N
	Trockenlauf bei 25°C	Drehzahl N	15 · 1/min

Berechnungs- und Korrekturfaktoren	
Grenzwert p_{lim}	60 N/mm ² (Tabelle 4, Seite 15)
Temperatur-Korrekturfaktor a_T	1,0 (Tabelle 6, Seite 16)
Werkstoff-Korrekturfaktor a_M	1,0 (Tabelle 7, Seite 17)
Lagergrößen-Korrekturfaktor a_B	1,0 (Abb. 13, Seite 18)
Lebensdauer-Korrekturfaktor a_L	200 (Tabelle 7, Seite 17)

Berechnung	Gl.-Nr.	Value
Spezifische Belastung p [N/mm ²]	(3.2.1) Seite 14	$p = \frac{F}{D_i \cdot B} = \frac{25.000}{30 \cdot 30} = 20,83$
Gleitgeschwindigkeit U [m/s]	(3.4.1) Seite 15	$U = \frac{D_i \cdot \pi \cdot N}{60 \cdot 10^3} = \frac{30 \cdot 3,14 \cdot 15}{60 \cdot 10^3} = 0,024$
pU-Wert (vgl. mit Werten aus Tab. 5, Seite 16)	(3.5.1) Seite 16	$pU = p \cdot U = 20,83 \cdot 0,024 = 0,669$
Hochlastfaktor a_E [-] muss > 0	(3.8.4) Seite 20	$a_E = \frac{p_{lim} - p}{p_{lim}} = \frac{60 - 20,83}{60} = 0,54$
Korrigierter pU-Faktor [N/mm ² · m/s]	(3.8.5) Seite 20	$pU = \frac{5,25 \cdot 10^{-5} F \cdot N}{a_E \cdot B \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} = 1,23$
Lebensdauer L_H [h]	(3.8.9) Seite 21	$L_H = \frac{615}{pU} \cdot a_L = \frac{615}{1,23} \cdot 200 = 300$
Anzahl der Belastungszyklen	Tabelle 4 Seite 15	$Z_T = 300 \cdot 60 \cdot 60 = 1,08 \cdot 10^6$
Q für 27,78 N/mm ² = Lager versagt nach 10 ⁵ Belastungszyklen (= 28h)		

Zylindrische Buchse

Gegeben:			
Belastungsart	Statische Belastung	Innendurchmesser D_i	50 mm
	Rotierende Bewegung	Buchsenbreite B	50 mm
Welle	Stahl	Lagerkraft F	10.000 N
	Trockenlauf bei 100°C	Drehzahl N	50 · 1/min

Berechnungs- und Korrekturfaktoren	
Grenzwert p_{lim}	60 N/mm ² (Tabelle 4, Seite 15)
Temperatur-Korrekturfaktor a_T	0,6 (Tabelle 6, Seite 16)
Werkstoff-Korrekturfaktor a_M	1,0 (Tabelle 7, Seite 17)
Lagergrößen-Korrekturfaktor a_B	0,78 (Abb. 13, Seite 18)
Lebensdauer-Korrekturfaktor a_L	200 (Tabelle 7, Seite 17)

Berechnung	Gl.- Nr.	Ergebnis
Spezifische Belastung p [N/mm ²]	(3.2.1) Seite 14	$p = \frac{F}{D_i \cdot B} = \frac{10.000}{50 \cdot 50} = 4,0$
Gleitgeschwindigkeit U [m/s]	(3.4.1) Seite 15	$U = \frac{D_i \cdot \pi \cdot N}{60 \cdot 10^3} = \frac{50 \cdot 3,14 \cdot 50}{60 \cdot 10^3} = 0,131$
pU-Wert (vgl. mit Werten aus Tab. 5, Seite 16)	(3.5.1) Seite 16	$pU = p \cdot U = 4,0 \cdot 0,131 = 0,542$
Hochlastfaktor a_E [-] muss > 0	(3.8.4) Seite 20	$a_E = \frac{p_{lim} - p}{p_{lim}} = \frac{60 - 4,17}{60} = 0,93$
Korrigierter pU-Faktor [N/mm ² · m/s]	(3.8.5) Seite 20	$pU = \frac{5,25 \cdot 10^{-5} F \cdot N}{a_E \cdot B \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} = 1,20$
Lebensdauer L_H [h]	(3.8.9) Seite 21	$L_H = \frac{1.230}{pU} - a_L = \frac{1.230}{1,20} - 200 = 825$

Anlaufscheibe

Gegeben:			
Belastungsart	Axiale Belastung	Außendurchmesser D_o	62 mm
	Rotierende Bewegung	Innendurchmesser D_i	38 mm
Welle	Stahl	Lagerkraft F	6.500 N
	Trockenlauf bei 100°C	Drehzahl N	60 · 1/min

Berechnungs- und Korrekturfaktoren	
Grenzwert p_{lim}	140 N/mm ² (Tabelle 4, Seite 15)
Temperatur-Korrekturfaktor a_T	1,0 (Tabelle 6, Seite 16)
Werkstoff-Korrekturfaktor a_M	1,0 (Tabelle 7, Seite 17)
Lagergrößen-Korrekturfaktor a_B	0,85 (Abb. 13, Seite 18)
Lebensdauer-Korrekturfaktor a_L	200 (Tabelle 7, Seite 17)

Berechnung	Gl.- Nr.	Ergebnis
Spezifische Belastung p [N/mm ²]	(3.8.3) Seite 20	$p = \frac{4 \cdot 6.500}{3,14 \cdot (62^2 - 38^2)} = 3,45$
Gleitgeschwindigkeit U [m/s]	(3.4.2) Seite 15	$U = \frac{(62 + 38) \cdot 3,14 \cdot 60}{60 \cdot 10^3} = 0,157$
pU-Wert (vgl. mit Werten aus Tab. 5, Seite 16)	(3.5.1) Seite 16	$pU = p \cdot U = 3,45 \cdot 0,157 = 0,541$
Hochlastfaktor a_E [-] muss > 0	(3.8.4) Seite 20	$a_E = \frac{p_{lim} - p}{p_{lim}} = \frac{140 - 3,45}{140} = 0,98$
Korrigierter pU-Faktor [N/mm ² · m/s]	(3.8.7) Seite 20	$pU = \frac{3,34 \cdot 10^{-5} \cdot 6.500 \cdot 60}{0,87 \cdot (62 - 38) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85} = 0,56$
Lebensdauer L_H [h]	(3.8.12) Seite 21	$L_H = \frac{410}{pU} - a_L = \frac{410}{0,56} - 200 = 431$

Zylindrische Buchse

Gegeben:			
Belastungsart	Statische Belastung	Innendurchmesser D_i	45 mm
	Oszill. Bewegung	Buchsenbreite B	40 mm
Welle	Rostfreier Stahl	Lagerkraft F	40.000 N
	Trockenlauf bei 25°C	Arbeitsspiele C	150
	Dauerbetrieb	Schwenkwinkel ϕ	20°

Berechnungs- und Korrekturfaktoren	
Grenzwert p_{lim}	140 N/mm ² (Tabelle 4, Seite 15)
Temperatur-Korrekturfaktor a_T	1,0 (Tabelle 6, Seite 16)
Werkstoff-Korrekturfaktor a_M	2,0 (Tabelle 7, Seite 17)
Lagergrößen-Korrekturfaktor a_B	0,81 (Abb. 13, Seite 18)
Lebensdauer-Korrekturfaktor a_L	200 (Tabelle 7, Seite 17)

Berechnung	Gl.- Nr.	Ergebnis
Spezifische Belastung p [N/mm ²]	(3.2.1) Seite 14	$p = \frac{F}{D_i \cdot B} = \frac{40.000}{45 \cdot 40} = 22,22$
Gleitgeschwindigkeit U [m/s]	(3.4.1) Seite 15	$U = \frac{D_i \cdot \pi \cdot N}{60 \cdot 10^3} = \frac{45 \cdot 3,14 \cdot 33,33}{60 \cdot 10^3} = 0,078$
Mittlere Drehzahl N [1/min]	(3.8.8) Seite 20	$N = \frac{4\phi \cdot N_{osz.}}{360} = \frac{4 \cdot 20 \cdot 150}{360} = 33,33$
pU-Wert (vgl. mit Werten aus Tab. 5, Seite 16)	(3.5.1) Seite 16	$pU = p \cdot U = 22,22 \cdot 0,078 = 1,733$
Hochlastfaktor a_E [-] muss > 0	(3.8.4) Seite 20	$a_E = \frac{p_{lim} - p}{p_{lim}} = \frac{140 - 22,22}{140} = 0,84$
Korrigierter pU-Faktor [N/mm ² · m/s]	(3.8.5) Seite 20	$pU = \frac{5,25 \cdot 10^{-5} F \cdot N}{a_E \cdot B \cdot a_T \cdot a_M \cdot a_B} = 1,29$
Lebensdauer L_H [h]	(3.8.9) Seite 21	$L_H = \frac{615}{pU} - a_L = \frac{615}{1,29} - 200 = 277$
Anzahl der Belastungszyklen	Tabelle 4 Seite 15	$Z_T = 277 \cdot 150 \cdot 60 = 2,5 \cdot 10^6$
Q für 22,22 N/mm ² = 10 ⁸ Lagerung o.k.!		

Bundbuchse

Gegeben:			
Belastungsart	Axiale Belastung	Bundaußen-Ø 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

Berechnungs- und Korrekturfaktoren	
Grenzwert p_{lim}	140 N/mm ² (Tabelle 4, Seite 15)
Temperatur-Korrekturfaktor a_T	1,0 (Tabelle 6, Seite 16)
Werkstoff-Korrekturfaktor a_M	1,0 (Tabelle 7, Seite 17)
Lagergrößen-Korrekturfaktor a_B	1,0 (Abb. 13, Seite 18)
Lebensdauer-Korrekturfaktor a_L	200 (Tabelle 7, Seite 17)

Berechnung	Gl.- Nr.	Ergebnis
Spezifische Belastung p [N/mm ²]	(3.2.2) Seite 14	$p = \frac{250}{0,04 \cdot (23^2 - 15^2)} = 20,55$
Gleitgeschwindigkeit U [m/s]	(3.4.2) Seite 15	$U = \frac{(23 + 15) \cdot 3,14 \cdot 25}{60 \cdot 10^3} = 0,025$
pU-Wert (vgl. mit Werten aus Tab. 5, Seite 16)	(3.5.1) Seite 16	$pU = p \cdot U = 20,55 \cdot 0,025 = 0,513$
Hochlastfaktor a_E [-] muss > 0	(3.8.4) Seite 20	$a_E = \frac{p_{lim} - p}{p_{lim}} = \frac{140 - 20,55}{140} = 0,85$
Korrigierter pU-Faktor [N/mm ² · m/s]	(3.8.6) Seite 20	$pU = \frac{6,5 \cdot 10^{-5} \cdot 250 \cdot 50}{0,85 \cdot (23 - 15) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 0,59$
Lebensdauer L_H [h]	(3.8.11) Seite 21	$L_H = \frac{410}{pU} - a_L = \frac{410}{0,59} - 200 = 495$

4 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.

4.1 SCHMIERSTOFFE

Als Schmierstoffe kommen alle Medien in Frage, die das Material des DU®-Lagers chemisch nicht angreifen. Ist die Eignung eines Mediums als Schmierstoff 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 Lauffläche sichtbar werden (außer vernachlässigbaren Farbflecken)
- erkennbar wird, dass sich die Mikrostruktur der Bronze-Zwischenschicht verändert.

4.2 TRIBOLOGISCHE BETRIEBSZUSTÄNDE

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

- Hydromische 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 26) 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

Hydrodynamische Schmierung entsteht, wenn:

$$(4.2.1) \quad p \leq \frac{U \cdot \eta}{7,5} \cdot \frac{B}{D_i} \quad [\text{N/mm}^2]$$

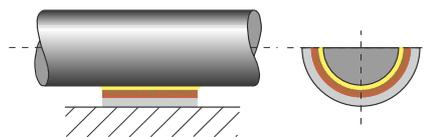


Abb. 18: Hydrodynamische Schmierung

Mischreibung

Mischreibung (Bereich 2, Abb. 21, Seite 26) 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

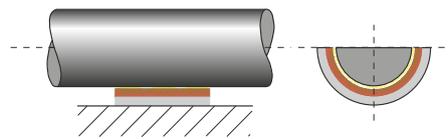


Abb. 19: Mischreibung

Trockenlauf

Trockenlauf (Bereich 1, Abb. 21, Seite 26) 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 .

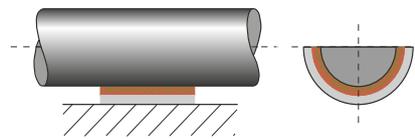


Abb. 20: Trockenlauf

4.3 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 Trockenlaufeigenschaften 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.

4 Schmierung

4.4 KONSTRUKTIONSHINWEISE

Abb. 21, Seite 26 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 26). Ist die Betriebstemperatur nicht bekannt, kann ein Wert 25 °C über der Umgebungstemperatur angenommen werden.

Bereich 1, Trockenlauf

pU bestimmt die Lebensdauer (Berechnung siehe Kapitel Lebensdauer).

Das Ergebnis wird vermutlich unter der tatsächlichen Lebensdauer liegen.

Bereich 2, Mischreibung

pU 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 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 $<0,05 \mu\text{m } R_a$.

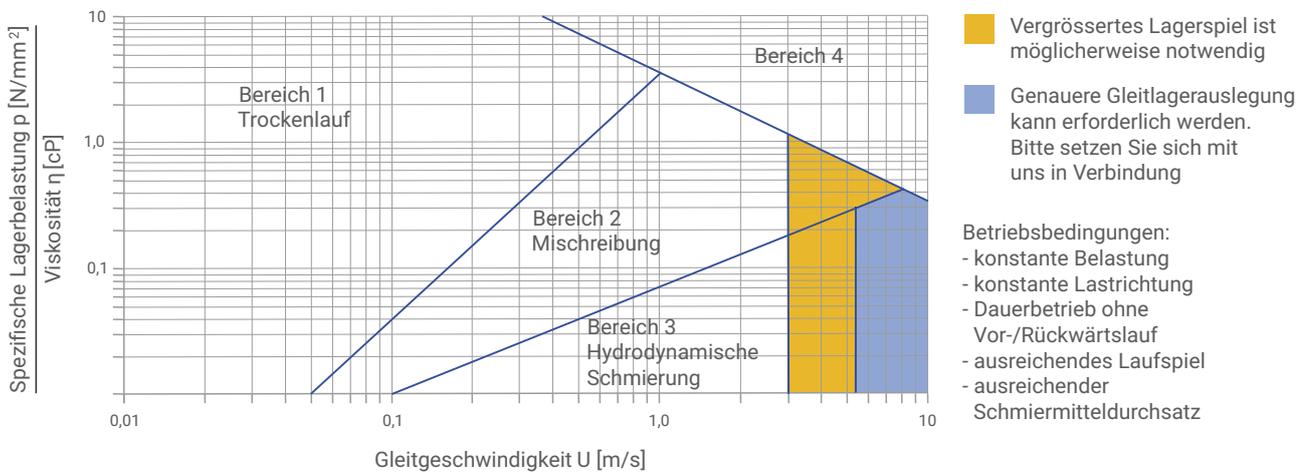


Abb. 21: Diagramm für die Betriebsbereiche

Temperatur [°C]	VISKOSITÄT η [cP]														
	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

4.5 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 $U \geq 2,5$ m/s.

4.6 OBERFLÄCHENGÜTE

- $R_a \leq 0,4 \mu\text{m}$ für Trockenlauf
- $R_a = 0,1 - 0,2 \mu\text{m}$ für Mischreibung und hydrodynamische Vollschrnerung
- $R_a \leq 0,05 \mu\text{m}$ bei Höchstbelastung

4.7 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.

4.8 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 Laufschrift (Empfehlung Werkstoff DP4®)
- Fette mit EP®-Zusätzen (z. B. Graphit oder MoS_2) wirken sich negativ auf den Verschleiß der Laufschrift aus.

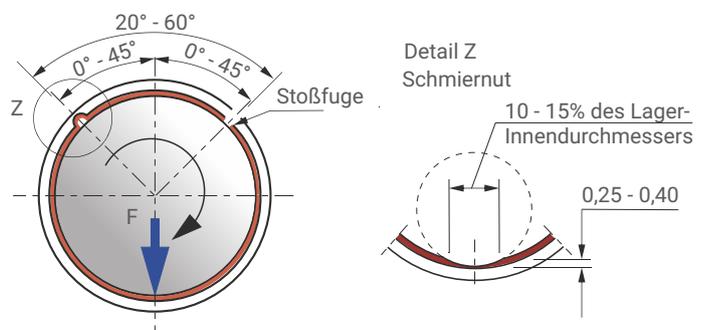


Abb. 22: Anordnung von Ölbohrung und Schmiernuten

5 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 17).

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 $p < 0,1 \text{ N/mm}^2$, oder geringem Antriebsmoment), kann der Wellendurchmesser um 0,025 mm verkleinert werden.

5.1 WÄRMEUSDEHNUNG

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

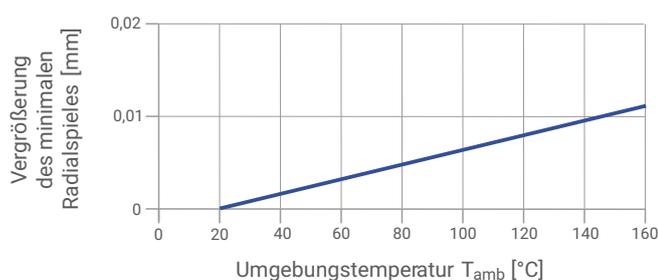


Abb. 23: Anpassen des Lagerspiels (für St und GG-Gehäuse)

Ist das Gehäuse aus Nichteisen-Metall: Bohrungsinnen- \varnothing reduzieren (Lagerfestsitz wird garantiert) und Wellen- \varnothing anpassen

GEHÄUSEMATERIAL	VERKLEINERUNG DER GEHÄUSEBOHRUNG PRO 100°C TEMPERATURANSTIEG	VERKLEINERUNG DES ZAPFENDURCHMESSERS PRO 100°C TEMPERATURANSTIEG
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 10: Maßkorrekturen bei hohen Temperaturen

5.2 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 bis -0,029
> 25 mm < 50 mm	-0,021 bis -0,035

Tabelle 11: Wellenabmaße abhängig vom Gehäuse

D_i	D_j
10 mm	0,005 bis 0,078
50 mm	0,005 bis 0,130

Tabelle 12: Einbauspiele abhängig vom Wellendurchmesser

Kalibrierdorn

Abb. 24 zeigt einen empfohlenen Kalibrierdorn.

Die Kalibrierfläche des Dorns muss gehärtet (Einsatztiefe 0,6-1,2 mm, HRC 60±2) und poliert (RZ ≈ 1µm) sein.

Hinweis:

Keine kugelförmigen Kalibrierwerkzeuge verwenden!

Anmerkung:

Der genaue Durchmesser des Kalibrierdorns muss durch Versuche ermittelt werden (siehe Berechnung der Lebensdauer Gleichung (3.8.13), Seite 21 und Korrekturfaktor a_c (Tabelle 8, Seite 18)).

INNEN-Ø DER BUCHSE NACH DEM EINPRESSEN	ANGESTREBTER INNEN-Ø	ERFORDERLICHER KALIBRIERDORN-Ø 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 13: Erforderliche Durchmesser

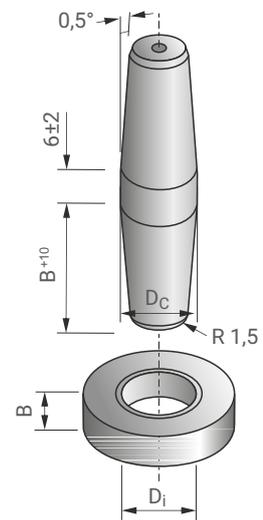


Abb. 24: Kalibrierdorn

5.3 GEGENLAUFKÖRPER

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

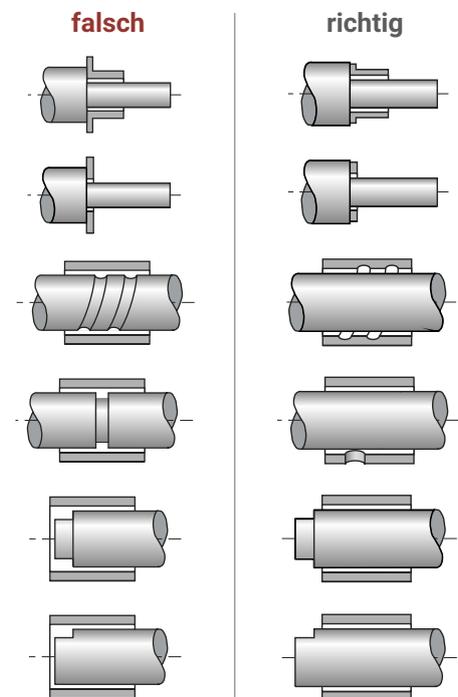


Abb. 25: Gegenlaufkörper

5 Lagereinbau

5.4 LAGEREINBAU

Einpressen von Buchsen

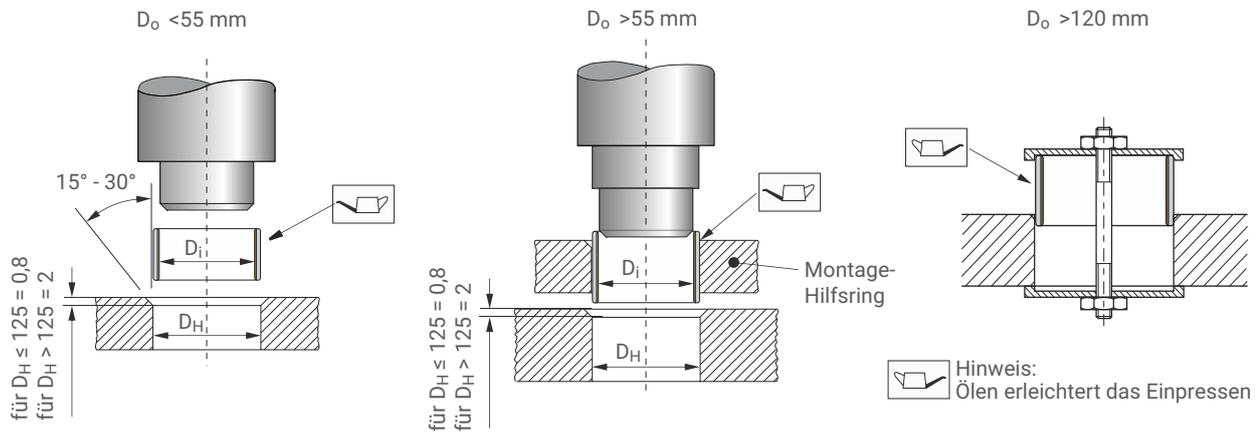


Abb. 26: Buchsen Einpressen

Einbau von Bundbuchsen

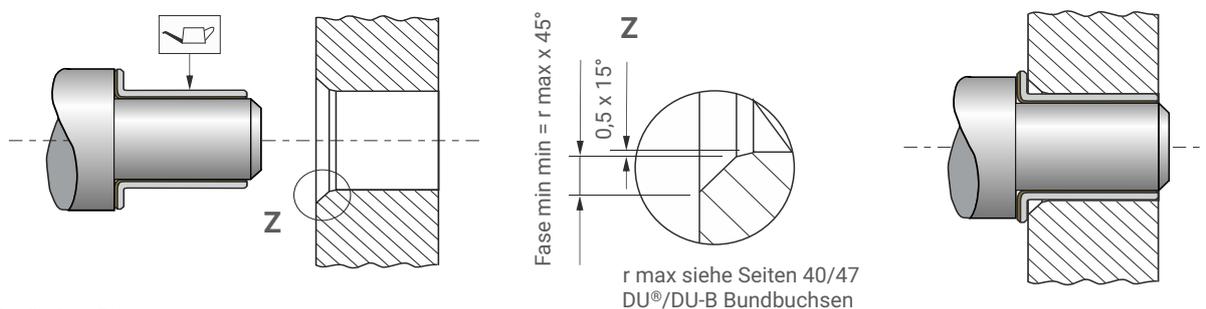


Abb. 27: Bundbuchsen Einbauen

Einpresskräfte

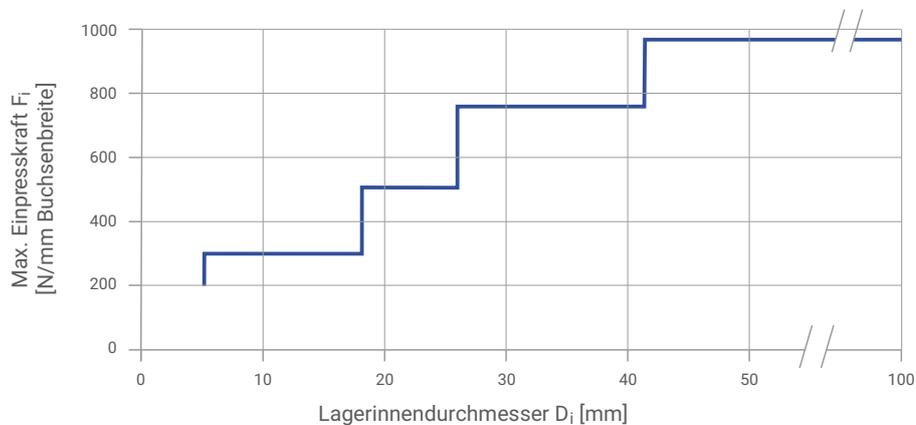


Abb. 28: Einpresskräfte F_i

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).

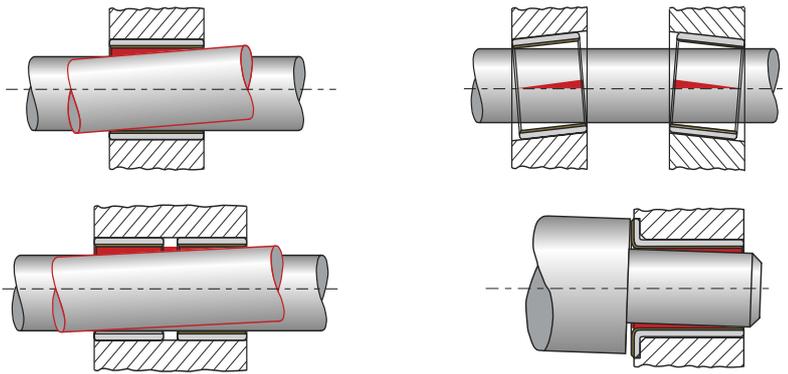


Abb. 29: Fluchtung

Abdichten von Lagerstellen

Dichtungen benötigen je nach Materialauswahl teilweise Schmierung!

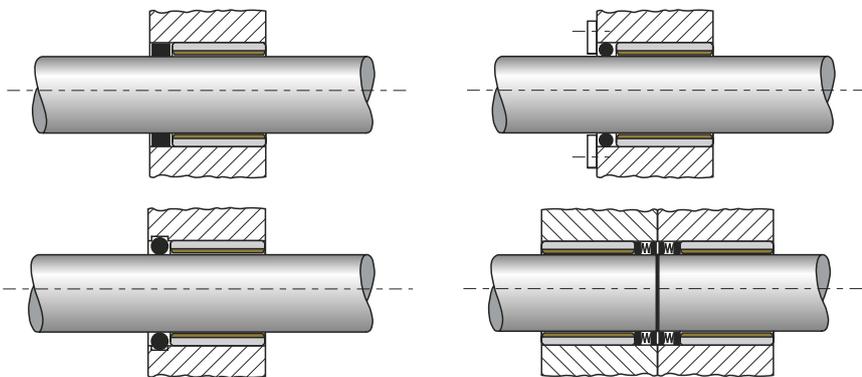


Abb. 30: Abdichten von Lagerstellen

5.5 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 Laufschoichtoberkante).
 - Verlötung (Löttemperatur nicht über 320 °C).
 - Industriekleber (Laufschoicht schützen gegen Kleberauftrag).
- Bei der Montage beachten: Stahlrücken gegen stillstehendes Gehäuse!

5 Lagereinbau

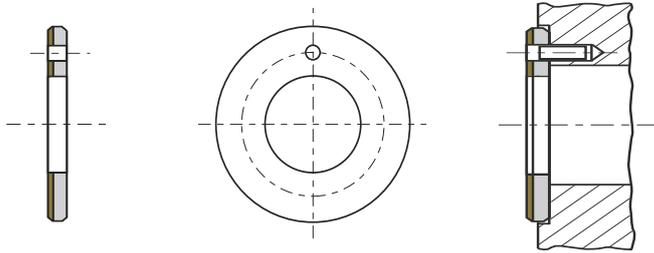


Abb. 31: Anlaufscheiben, Fixierung mit Eindrehung

Nuten zur Abriebabfuhr

Bei spezifischen Belastungen über 35 N/mm^2 , bringen Anlaufscheiben mit vier Abriebnuten optimale Ergebnisse bei Trockenlauf.

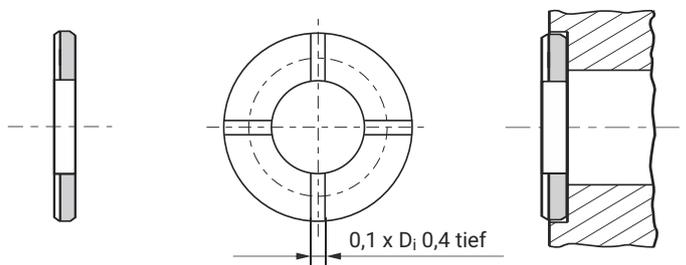


Abb. 32: Anlaufscheiben, Nuten zur Abriebabfuhr

Gleitstreifen

Die Befestigung von DU® Bandmaterial bei der Anwendung als Gleitstreifen erfolgt:

- mit Senkschrauben
- mit Industrieklebern
- durch Formschluss

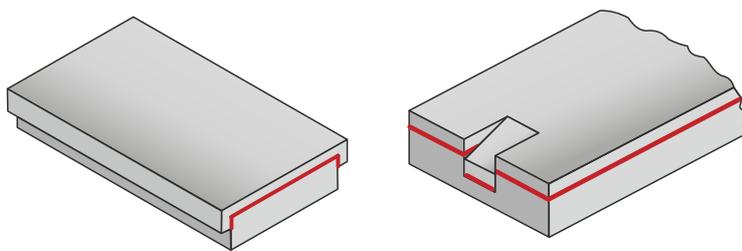


Abb. 33: Gleitstreifen

6 Bearbeitung

6.1 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 Laufschrift 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!)

6.2 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 Laufschrift zu treffen z.B. abdecken oder abkleben.

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

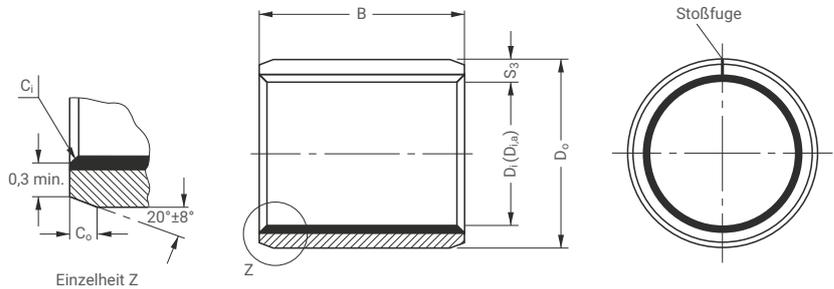
Gegenwerkstoff

DU® kann gegen beschichtete Gegenwerkstoffe eingesetzt werden (siehe Tab. 7, Seite 17).

Die empfohlenen Wellentoleranzen und Oberflächen-Rauigkeiten nach der Plattierung müssen eingehalten werden.

7 Standardteile

7.1 DU® ZYLINDRISCHE BUCHSEN



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

Außenfasen C_0 und Innenfasen C_i

WANDDICKE S_3	C_0 (a) MASCHINELL / GEROLLT		C_i (b)
0,75	$0,5 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,3$	-0,1 bis -0,4
1	$0,6 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$	-0,1 bis -0,5
1,5	$0,6 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$	-0,1 bis -0,7

WANDDICKE S_3	C_0 (a) MASCHINELL / GEROLLT		C_i (b)
2	$1,2 \pm 0,4$	$1,0 \pm 0,4$	-0,1 bis -0,7
2,5	$1,8 \pm 0,6$	$1,2 \pm 0,4$	-0,2 bis -1,0

(a) = Außenfase C_0 maschinell oder gerollt, nach Ansicht des Herstellers

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

BESTELL-NR.	NENNMAßE		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.		
	D_i	D_o								
0203DU	2	3,5	0,750 0,730	3,25	2,000	3,508	2,048	0,054 0,000		
0205DU				2,75					1,994	3,500
0303DU	5,25	3,000		4,508						
0305DU	4,75								2,994	4,500
0306DU	6,25									
0403DU	5,75	4,000		5,508	4,048	0,056 0,000				
0404DU	3,25						3,992		5,500	4,000
0406DU	2,75									
0410DU	4,25									
0505DU	5	7		1,005 0,980	10,25	4,990	7,015		5,055	0,077 0,000
0508DU			9,75		4,978			7,000		
0510DU			8,25			5,990	8,015		6,055	
0604DU	7,75	5,978	8,000		5,990					
0606DU	10,25									
0608DU	9,75	6,987	9,015		7,055	0,083 0,003				
0610DU	4,75						6,972	9,000	6,990	
0705DU	10,25									
0710DU	9,75									

Alle Abmessungen in mm

BESTELL-NR.	NENNMAßE		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.
	D _i	D ₀						
0806DU	8	10	1,005 0,980	6,25	7,987 7,972	10,015 10,000	8,055 7,990	0,083 0,003
0808DU				5,75				
0810DU				8,25				
0812DU				7,75				
1006DU	10	12		10,25	9,987 9,972	12,018 12,000	10,058 9,990	0,086 0,003
1008DU				9,75				
1010DU				12,25				
1012DU				11,75				
1015DU				15,25				
1020DU				14,75				
1208DU	12	14		20,25	11,984 11,966	14,018 14,000	12,058 11,990	0,092 0,006
1210DU				19,75				
1212DU				8,25				
1215DU				7,75				
1220DU				10,25				
1225DU				9,75				
1310DU	13	15		12,25	12,984 12,966	15,018 15,000	13,058 12,990	0,092 0,006
1320DU			11,75					
1405DU	14	16	10,25	13,984 13,966	16,018 16,000	14,058 13,990	0,092 0,006	
1410DU			5,25					
1412DU			4,75					
1415DU			10,25					
1420DU			9,75					
1425DU			12,25					
1510DU	15	17	11,75	14,984 14,966	17,018 17,000	15,058 14,990	0,092 0,006	
1512DU			15,25					
1515DU			14,75					
1520DU			20,25					
1525DU			19,75					
1610DU	16	18	25,25	15,984 15,966	18,018 18,000	16,058 15,990	0,092 0,006	
1612DU			24,75					
1615DU			10,25					
1620DU			9,75					
1625DU			12,25					
1720DU	17	19	11,75	16,984 16,966	19,021 19,000	17,061 16,990	0,095 0,006	

Alle Abmessungen in mm

7 Standardteile

BESTELL-NR.	NENNMASSE		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.
	D _i	D ₀						
1810DU	18	20	1,005 0,980	10,25	17,984 17,966	20,021 20,000	18,061 17,990	0,095 0,006
1815DU				9,75				
1820DU				15,25				
1825DU				14,75				
				20,25				
	19,75							
	25,25							
	24,75							
2010DU	20	23	1,505 1,475	10,25	19,980 19,959	23,021 23,000	20,071 19,990	0,112 0,010
2015DU				9,75				
2020DU				15,25				
2025DU				14,75				
				20,25				
	19,75							
	25,25							
	24,75							
2215DU	22	25	1,505 1,475	15,25	21,980 21,959	25,021 25,000	22,071 21,990	0,112 0,010
2220DU				14,75				
2225DU				20,25				
				19,75				
				25,25				
	24,75							
2230DU	24	27	1,505 1,475	30,25	23,980 23,959	27,021 27,000	24,071 23,990	0,112 0,010
2415DU				29,75				
2420DU				15,25				
2425DU				14,75				
				20,25				
	19,75							
	25,25							
	24,75							
2430DU	25	28	1,505 1,475	30,25	24,980 24,959	28,021 28,000	25,071 24,990	0,112 0,010
2515DU				29,75				
2520DU				15,25				
2525DU				14,75				
				20,25				
	19,75							
	25,25							
	24,75							
2530DU	28	32	2,005 1,970	30,25	27,980 27,959	32,025 32,000	28,085 27,990	0,126 0,010
2550DU				29,75				
2815DU				10,25				
2820DU				9,75				
				15,25				
	14,75							
	20,25							
	19,75							
	25,25							
	24,75							
3010DU	30	34	2,005 1,970	10,25	29,980 29,959	34,025 34,000	30,085 29,990	0,126 0,010
3015DU				9,75				
3020DU				15,25				
3025DU				14,75				
				20,25				
	19,75							
	25,25							
	24,75							
3030DU	32	36	2,005 1,970	30,25	31,975 31,950	36,025 36,000	32,085 31,990	0,135 0,015
3040DU				29,75				
3220DU				40,25				
3230DU				39,75				
				20,25				
	19,75							
	30,25							
	29,75							
3240DU				40,25				
				39,75				

Alle Abmessungen in mm

BESTELL-NR.	NENNMASSE		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.
	D _i	D ₀						
3520DU	35	39	2,005 1,970	20,25	34,975 34,950	39,025 39,000	35,085 34,990	0,135 0,015
3530DU				19,75				
3535DU				30,25				
3540DU				29,75				
3550DU				35,25				
3720DU	37	41		34,75	36,975 36,950	41,025 41,000	37,085 36,990	
4020DU	40	44		20,25	39,975 39,950	44,025 44,000	40,085 39,990	
4030DU				19,75				
4040DU				30,25				
4050DU				29,75				
4520DU			40,25					
4530DU	45	50	49,75	44,975 44,950	50,025 50,000	45,105 44,990		
4540DU			20,25					
4545DU			19,75					
4550DU			30,25					
5020DU			29,75					
5030DU	50	55	40,25	49,975 49,950	55,030 55,000	50,110 49,990		
5040DU			30,25					
5050DU			29,75					
5060DU			40,25					
5520DU			49,75					
5525DU	55	60	20,25	54,970 54,940	60,030 60,000	55,110 54,990		
5530DU			19,75					
5540DU			25,25					
5550DU			24,75					
5555DU			30,25					
5560DU	29,75							
6020DU	60	65	20,25	59,970 59,940	65,030 65,000	60,110 59,990		
6030DU			19,75					
6040DU			40,25					
6050DU			39,75					
6060DU			50,25					
6070DU	49,75							
			2,505 2,460	60,25				
			59,75					
			70,25					
			69,75					

Alle Abmessungen in mm

7 Standardteile

BESTELL-NR.	NENNMASSE		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.
	D _i	D ₀						
6530DU	65	70	2,505 2,460	30,25 29,75	f7	64,970 64,940	70,030 70,000	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	
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	80,000 79,946	85,035 85,000	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		
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		
90100DU				100,50 99,50				
9560DU	95	100		60,50 59,50	95,000 94,946	100,035 100,000		
95100DU				100,50 99,50				
10050DU	100	105		50,50 49,50	100,000 99,946	105,035 105,000		
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			
105115DU			115,50 114,50					
11060DU	110	115	60,50 59,50	110,000 109,946	115,035 115,000			
110115DU			115,50 114,50					
11550DU	115	120	50,50 49,50	115,000 114,946	120,035 120,000			
11570DU			70,50 69,50					
12050DU	120	125	50,50 49,50	120,000 119,946	125,040 125,000			
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			
13060DU	130	135	60,50 59,50	130,000 129,937	135,040 135,000			
130100DU			100,50 99,50					

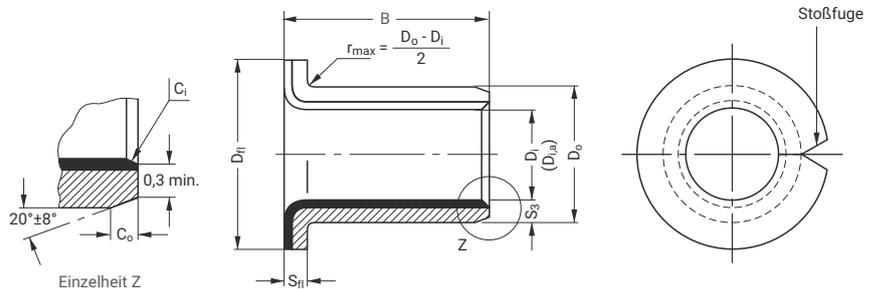
Alle Abmessungen in mm

BESTELL-NR.	NENNMASSE		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.			
	D _i	D ₀									
13560DU	135	140	2,465 2,415	60,50	135,000	140,040	135,210	0,273 0,070			
13580DU				59,50					134,937	140,000	135,070
14060DU	140	145		80,50	140,000	145,040	140,210				
140100DU				79,50					139,937	145,000	140,070
15060DU	150	155		60,50	150,000	155,040	150,210				
15080DU				59,50					149,937	155,000	150,070
150100DU				80,50					160,000	165,040	160,210
16080DU	79,50	165,000		160,070							
160100DU	160	165		100,50	159,937	185,046	180,216		0,279 0,070		
180100DU	180	185		99,50	180,000	185,000	180,070				
200100DU	200	205		100,50	200,000	205,046	200,216		0,288 0,070		
210100DU	210	215			199,928	205,000	200,070				
220100DU	220	225			210,000	215,046	210,216				
					209,928	215,000	210,070				
250100DU	250	255			220,000	225,046	220,216		0,294 0,070		
					219,928	225,000	220,070				
300100DU	300	305	250,000		255,052	250,222	0,303 0,070				
			249,928		255,000	250,070					
				300,000	305,052	300,222					
				299,919	305,000	300,070					

Alle Abmessungen in mm

7 Standardteile

7.2 DU® BUNDBUCHSEN



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

Außenfasen C₀ und Innenfasen C_i

WANDDICKE S ₃	C ₀ (a) MASCHINELL / GEROLLT	C _i (b)
0,75	0,5 ± 0,3	0,5 ± 0,3
1	0,6 ± 0,4	0,6 ± 0,4
1,5	0,6 ± 0,4	0,6 ± 0,4

WANDDICKE S ₃	C ₀ (a) MASCHINELL / GEROLLT	C _i (b)
2	1,2 ± 0,4	1,0 ± 0,4
2,5	1,8 ± 0,6	1,2 ± 0,4

(a) = Außenfase C₀ 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 max. min.	BUND- DICKE S _{ni} max. min.	BUND-Ø D _{fl} max. min.	BREITE B max. min.	WELLEN-Ø D _J [h6, f7, h8]		GEHÄUSE-Ø D _H [H6, H7]		BUCHSEN-Ø D _{i,a} EINGEB. IN H6/ H7 GEHÄUSE max. min.	LAGERSPIEL C _D max. min.
	D _i	D ₀					max. min.	max. min.	max. min.	max. min.		
BB0304DU	3	4,5	0,750 0,730	0,80 0,70	7,50	4,25	h6	3,000	H6	4,508	3,048	0,054
BB0404DU	4	5,5			6,50	3,75		2,994		4,500	3,000	0,000
BB0505DU	5	7	1,005 0,980	1,05 0,80	9,50	4,25	f7	4,000	H7	5,508	4,048	0,056
BB0604DU	6	8			8,50	3,75		3,992		4,500	4,000	0,000
BB0608DU	6	8	1,005 0,980	1,05 0,80	10,50	5,25	f7	4,990	H7	7,015	5,055	0,077
BB0806DU					9,50	4,75		4,978		7,000	4,990	0,000
BB0808DU	8	10	1,005 0,980	1,05 0,80	12,50	3,75	f7	5,990	H7	8,015	6,055	0,077
BB0810DU					11,50	8,25		5,978		8,000	5,990	0,000
BB1007DU	10	12	1,005 0,980	1,05 0,80	15,50	7,75	f7	7,987	H7	10,015	8,055	0,083
BB1009DU					14,50	7,25		7,972		10,000	7,990	0,003
BB1012DU	10	12	1,005 0,980	1,05 0,80	18,50	9,25	f7	9,987	H7	12,018	10,058	0,086
BB1017DU					17,50	11,75		9,972		12,000	9,990	0,003
BB1207DU	12	14	1,005 0,980	1,05 0,80	20,50	7,25	f7	11,984	H7	14,018	12,058	0,092 0,006
BB1209DU					19,50	6,75		11,966		14,000	11,990	
BB1212DU	12	14	1,005 0,980	1,05 0,80	22,25	9,25	f7	13,984	H7	16,018	14,058	0,092 0,006
BB1217DU					17,25	11,75		13,966		16,000	13,990	
BB1412DU	14	16	1,005 0,980	1,05 0,80	22,25	11,75	f7	13,984	H7	16,018	14,058	0,092 0,006
BB1417DU					21,50	16,75		13,966		16,000	13,990	

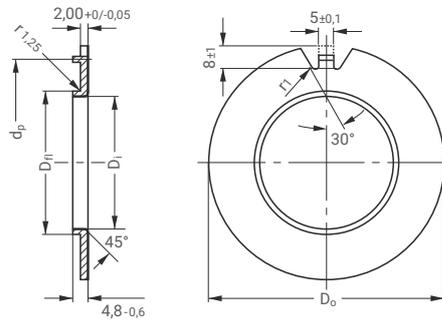
Alle Abmessungen in mm

BESTELL-NR.	NENNMAßE		WAND- DICKE S_3 max. min.	BUND- DICKE S_n max. min.	BUND-Ø D_n max. min.	BREITE B max. min.	WELLEN-Ø D_j [h6, f7, h8]		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.
	D_i	D_o					max. min.	max. min.			
BB1509DU	15	17	1,005 0,980	1,05 0,80	23,50 22,50	9,25 8,75	14,984 14,966	17,018 17,000	15,058 14,990	0,092 0,006	
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
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
BB3526DU	26,25 25,75										
BB4016DU	40	44			53,50 52,50		16,25 15,75	39,975 39,950	44,025 44,000		
BB4026DU						26,25 25,75					
BB4516DU			45	50		58,50 57,50	16,25 15,75			44,975 44,950	50,025 50,000
BB4526DU	26,25 25,75										

Alle Abmessungen in mm

7 Standardteile

7.3 DU® BUNDSCHEIBEN

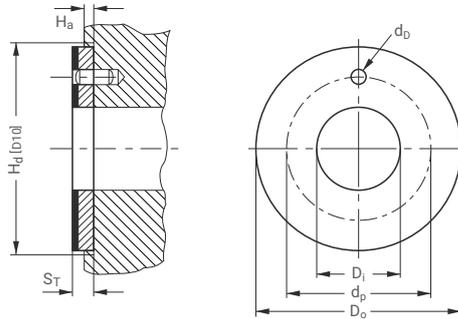


Maße [mm], Prüfung und Werkstoffe nach ISO 3547 und GSP-Spezifikationen

BESTELL-NR.	INNEN-Ø D_i max. min.	AUßEN-Ø D_o max. min.	BUND-Ø D_n max. min.	LOCHKREIS-Ø d_p max. min.
BS40DU	40,7 40,2	75,0 74,5	44,00 43,90	65,0 64,5
BS50DU	51,5 51,0	85,0 84,5	55,00 54,88	75,0 74,5
BS60DU	61,5 61,0	95,0 94,5	65,00 64,88	85,0 84,5
BS70DU	71,5 71,0	110,0 109,5	75,00 74,88	100,0 99,5
BS80DU	81,5 81,0	120,0 119,5	85,00 84,86	110,0 109,5
BS90DU	91,5 91,0	130,0 129,5	95,00 94,86	120,0 119,5
BS100DU	101,5 101,0	140,0 139,5	105,00 104,86	130,0 129,5

Alle Abmessungen in mm

7.4 DU® ANLAUFSCHLEIBEN



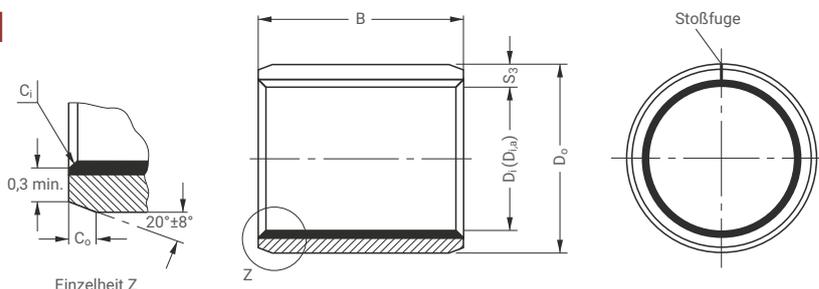
Maße [mm], Prüfung und Werkstoffe nach ISO 3547 und GSP-Spezifikationen

BESTELL-NR.	INNEN-Ø D_i		AUBEN-Ø D_o		DICKE S_T max. min.	STIFTLOCH		EINSTICHTIEFE H_a max. min.
	max.	min.	max.	min.		Ø d_0 max. min.	PCD Ø d_p max. min.	
WC08DU	10,25	10,00	20,00	19,75	1,50 1,45	No Hole	No Hole	1,20 0,95
WC10DU	12,25	12,00	24,00	23,75		1,875 1,625	18,12 17,88	
WC12DU	14,25	14,00	26,00	25,75		2,375 2,125	20,12 19,88	
WC14DU	16,25	16,00	30,00	29,75			22,12 21,88	
WC16DU	18,25	18,00	32,00	31,75		3,375 3,125	25,12 24,88	
WC18DU	20,25	20,00	36,00	35,75			28,12 27,88	
WC20DU	22,25	22,00	38,00	37,75		4,375 4,125	30,12 29,88	
WC22DU	24,25	24,00	42,00	41,75			33,12 32,88	
WC24DU	26,25	26,00	44,00	43,75		61,12 60,88	35,12 34,88	
WC25DU	28,25	28,00	48,00	47,75			38,12 37,88	
WC30DU	32,25	32,00	54,00	53,75		65,12 64,88	43,12 42,88	
WC35DU	38,25	38,00	62,00	61,75			50,12 49,88	
WC40DU	42,25	42,00	66,00	65,75		76,12 75,88	54,12 53,88	
WC45DU	48,25	48,00	74,00	73,75			61,12 60,88	
WC50DU	52,25	52,00	78,00	77,75	1,70 1,45	65,12 64,88		
WC60DU	62,25	62,00	90,00	89,75		76,12 75,88		

Alle Abmessungen in mm

7 Standardteile

7.5 DU-B ZYLINDRISCHE BUCHSEN



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

Außenfasen C_0 und Innenfasen C_i

WANDDICKE S_3	C_0 (a)		C_i (b)
	MASCHINELL	GEROLLT	
0,75	$0,5 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,3$	-0,1 bis -0,4
1	$0,6 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$	-0,1 bis -0,5
1,5	$0,6 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$	-0,1 bis -0,7

WANDDICKE S_3	C_0 (a)		C_i (b)
	MASCHINELL	GEROLLT	
2	$1,2 \pm 0,4$	$1,0 \pm 0,4$	-0,1 bis -0,7
2,5	$1,8 \pm 0,6$	$1,2 \pm 0,4$	-0,2 bis -1,0

(a) = Außenfase C_0 maschinell oder gerollt, nach Ansicht des Herstellers

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

BESTELL-NR.	NENNMAßE		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.							
	D_i	D_o													
0203DUB	2	3,5	0,750 0,730	3,25	h6	H6	2,000 1,994	3,508 3,500	2,048 2,000	0,054 0,000					
0205DUB				5,25							4,75	3,000	4,508	3,048	
0306DUB	3	4,5		6,25							5,75	2,994	4,500	3,000	0,056 0,000
0404DUB				4							5,5	4,25	3,75	4,000	
0406DUB	6,25	5,75										3,992	5,500	4,000	
0505DUB	5	7		5,25							f7	H7	4,990 4,978	7,015 7,000	5,055 4,990
0510DUB				10,25	9,75	5,990 5,978	8,015 8,000	6,055 5,990							
0606DUB				6,25	5,75										
0608DUB	6	8		8,25	f7	H7	7,987 7,972	10,015 10,000	8,055 7,990	0,083 0,003					
0610DUB				10,25							9,75				
0808DUB	8	10		8,25	f7	H7	9,987 9,972	12,018 12,000	10,058 9,990	0,086 0,003					
0810DUB				10,25							9,75				
0812DUB			12,25	11,75											
1010DUB	10	12	10,25	f7	H7	11,984 11,966	14,018 14,000	12,058 11,990	0,092 0,006						
1015DUB			15,25							14,75					
1208DUB	12	14	8,25	f7	H7	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					

Alle Abmessungen in mm

BESTELL-NR.	NENNMAßE		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.		
	D _i	D ₀								
1410DUB	14	16	1,005 0,980	10,25	13,984 13,966	16,018 16,000	14,058 13,990	0,092 0,006		
1415DUB				9,75						
1420DUB				15,25 14,75						
1515DUB	20,25 19,75									
1525DUB	15,25 14,75									
1615DUB	25,25 24,75									
1625DUB	15,25 14,75	15,984 15,966		18,018 18,000	16,058 15,990					
1820DUB	20,25 19,75									
1825DUB	25,25 24,75									
2015DUB	20	23		1,505 1,475	15,25	19,980 19,959	23,021 23,000		20,071 19,990	0,112 0,010
2020DUB					20,25					
2025DUB					19,75					
2030DUB			25,25 24,75							
2215DUB	22	25	15,25		21,980 21,959	25,021 25,000	22,071 21,990			
2220DUB			20,25							
2225DUB			19,75							
2515DUB	25	28	15,25		24,980 24,959	28,021 28,000	25,071 24,990			
2525DUB			14,75							
2830DUB	28	32	30,25		27,980 27,959	32,025 32,000	28,085 27,990	0,126 0,010		
3020DUB			29,75							
3030DUB			20,25 19,75							
3040DUB	30	34	30,25	29,980 29,959	34,025 34,000	30,085 29,990				
3520DUB			29,75							
3530DUB	35	39	40,25	34,975 34,950	39,025 39,000	35,085 34,990				
4030DUB			39,75							
4050DUB	40	44	20,25	39,975 39,950	44,025 44,000	40,085 39,990				
4530DUB			19,75							
4550DUB	45	50	30,25	44,975 44,950	50,025 50,000	45,105 44,990				
5040DUB			29,75							
5060DUB	50	55	50,25	49,975 49,950	55,030 55,000	50,110 49,990				
5540DUB			49,75							
6040DUB	55	60	40,25	54,970 54,940	60,030 60,000	55,110 54,990				
6050DUB			39,75							
6060DUB	60	65	40,25	59,970 59,940	65,030 65,000	60,110 59,990				
6070DUB			39,75							
6570DUB	65	70	70,25	64,970 64,940	70,030 70,000	65,110 64,990				
			69,75							

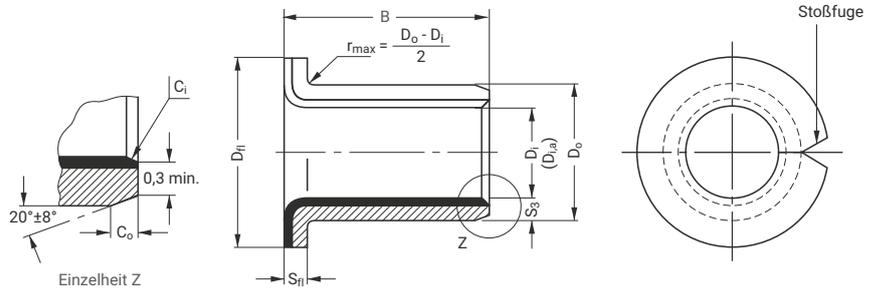
Alle Abmessungen in mm

7 Standardteile

BESTELL-NR.	NENNMAßE		WANDDICKE S ₃ max. min.	BREITE B max. min.	WELLEN-Ø D _j [h6, f7, h8]	GEHÄUSE-Ø D _H [H6, H7]	BUCHSEN-Ø D _{i,a} EINGEB. IN H6/ H7 GEHÄUSE max. min.	LAGERSPIEL C _D max. min.	
	D _i	D ₀							
7050DUB	70	75	2,505 2,460	50,25	f7	69,970 69,940	75,030 75,000	70,110 69,990	0,170 0,020
7070DUB				49,75					
7580DUB	75	80		80,25 79,75		74,970 74,940	80,030 80,000	75,110 74,990	
8060DUB	80	85		60,50	h8	80,000 79,946	85,035 85,000	80,155 80,020	0,201 0,020
80100DUB				59,50					
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	2,490 2,440	60,50	H7	90,000 89,946	95,035 95,000	90,155 90,020	
90100DUB				59,50					100,50
95100DUB	95	100		100,50 99,50		95,000 94,946	100,035 100,000	95,155 95,020	
10060DUB	100	105		60,50	h8	100,000 99,946	105,035 105,000	100,155 100,020	
100115DUB				59,50					
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	

Alle Abmessungen in mm

7.6 DU-B BUNDBUCHSEN



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

Außenfasen C_0 und Innenfasen C_i

WANDDICKE S_3	C_0 (a) MASCHINELL / GEROLLT	C_i (b)
0,75	$0,5 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,3$ -0,1 bis -0,4
1	$0,6 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$ -0,1 bis -0,5
1,5	$0,6 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$ -0,1 bis -0,7

WANDDICKE S_3	C_0 (a) MASCHINELL / GEROLLT	C_i (b)
2	$1,2 \pm 0,4$	$1,0 \pm 0,4$ -0,1 bis -0,7
2,5	$1,8 \pm 0,6$	$1,2 \pm 0,4$ -0,2 bis -1,0

(a) = Außenfase C_0 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 max. min.	BUND- DICKE S_n max. min.	BUND-Ø D_n max. min.	BREITE B max. min.	WELLEN-Ø D_j [h6, f7, h8]		GEHÄUSE-Ø D_H [H6, H7]		BUCHSEN-Ø $D_{i,a}$ EINGEB. IN H6/ H7 GEHÄUSE max. min.	LAGERSPIEL C_D max. min.
	D_i	D_o					max. min.	max. min.	max. min.	max. min.		
BB0304DUB	3	4,5	0,750 0,730	0,80 0,70	7,50	4,25	h6	3,000	H6	4,508	3,048	0,054
BB0404DUB	4	5,5			6,50	3,75		2,994		4,500	3,000	0,000
BB0505DUB	5	7	1,005 0,980	1,05 0,80	9,50	4,25	f7	4,000	H7	5,508	4,048	0,056
BB0604DUB	6	8			10,50	5,25		4,990		7,015	5,055	0,077
BB0608DUB					9,50	4,75		4,978		7,000	4,990	0,000
BB0806DUB	8	10			12,50	3,75		5,990		8,015	6,055	0,077
BB0810DUB					11,50	8,25		5,978		8,000	5,990	0,000
BB1007DUB					15,50	5,75		7,987		10,015	8,055	0,083
BB1012DUB	10	12			14,50	5,25		7,972		10,000	7,990	0,003
BB1207DUB					18,50	7,25		9,987		12,018	10,058	0,086
BB1209DUB	12	14			17,50	6,75		9,972		12,000	9,990	0,003
BB1212DUB					20,50	9,25		11,984 11,966		14,018 14,000	12,058 11,990	0,092 0,006
BB1417DUB			19,50	8,75								
BB1512DUB	14	16	22,50	17,25	13,984	16,018	14,058	0,092 0,006				
BB1517DUB			21,50	16,75	13,966	16,000	13,990					
BB1612DUB	15	17	23,50	12,25	14,984	17,018	15,058	0,092 0,006				
BB1617DUB			22,50	17,25	14,966	17,000	14,990					
BB1612DUB	16	18	24,50	12,25	15,984	18,018	16,058	0,092 0,006				
BB1617DUB			23,50	17,25	15,966	18,000	15,990					

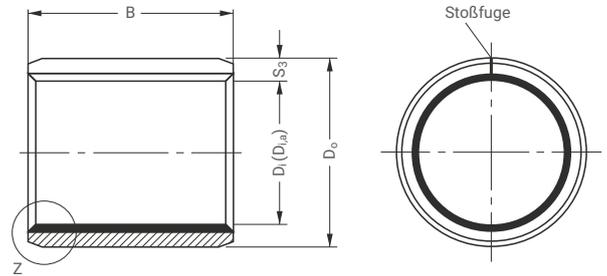
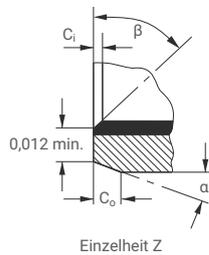
Alle Abmessungen in mm

7 Standardteile

BESTELL-NR.	NENNMAßE		WAND- DICKE S_3 max. min.	BUND- DICKE S_n max. min.	BUND-Ø D_n 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.
	D_i	D_o								
BB1812DUB	18	20	1,005 0,980	1,05 0,80	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	1,505 1,475	1,60 1,30	35,50 34,50	11,75 11,25	24,980 24,959	28,021 28,000	25,071 24,990	0,112 0,010
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	2,005 1,970	2,10 1,80	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

Alle Abmessungen in mm

7.7 DU® ZOLL - ZYLINDRISCHE BUCHSEN



Außenfasen C_o und Innenfasen C_i

D_i	C_o	α	C_i	β
1/8" - 5/16	0,008" - 0,024	30°-4	0,004" - 0,012	30°-45°
3/8" - 11/16	0,020" - 0,040	20°-3	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 max. min.	BREITE B max. min.	WELLEN-Ø [h6, H7, h8] max. min.	GEHÄUSE-Ø [H6, H7] max. min.	BUCHSEN-Ø $D_{i,a}$ EINGEB. IN H6/ H7 GEHÄUSE max. min.	LAGERSPIEL C_o max. min.	
	D_i	D_o	B							
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		0,3850 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	0,0471 0,0461	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						

Alle Abmessungen in Zoll

7 Standardteile

BESTELL-NR.	NENNMAßE			WANDDICKE S ₃ max. min.	BREITE B max. min.	WELLEN-Ø [h6, Ø7, h8] max. min.	GEHÄUSE-Ø [HØ, H7] max. min.	BUCHSEN-Ø D _{i,a} EINGEB. IN H6/ H7 GEHÄUSE max. min.	LAGERSPIEL C _D max. min.
	D _i	D _o	B						
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	7/8		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	0,0627 0,0615	0,7600 0,7400	0,8741 0,8729	1,0005 0,9997	0,8775 0,8743	0,0047 0,0001
14DU14			7/8		0,8850 0,8650				
14DU16			1		1,0100 0,9900				
16DU12			3/4		0,7600 0,7400				
16DU16	1	1 1/8	1	0,0784 0,0770	1,0100 0,9900	0,9991 0,9979	1,1256 1,1246	1,0026 0,9992	0,0052 0,0002
16DU24			1 1/2		1,5100 1,4900				
18DU12			3/4		0,7600 0,7400				
18DU16	1 1/8	1 9/32	1	0,0784 0,0770	1,0100 0,9900	1,1238 1,1226	1,2818 1,2808	1,1278 1,1240	0,0052 0,0002
20DU12			3/4		0,7600 0,7400				
20DU16	1 1/4	1 13/32	1	0,0784 0,0770	1,0100 0,9900	1,2488 1,2472	1,4068 1,4058	1,2528 1,2490	0,0056 0,0002
20DU20			1 1/4		1,2600 1,2400				
20DU28			1 3/4		1,7600 1,7400				
22DU16			1		1,0100 0,9900				
22DU22	1 3/8	1 17/32	1 3/8	0,0784 0,0770	1,3850 1,3650	1,3738 1,3722	1,5318 1,5308	1,3778 1,3740	0,0056 0,0002
22DU28			1 3/4		1,7600 1,7400				
24DU16			1		1,0100 0,9900				
24DU20	1 1/2	1 21/32	1 1/4	0,0941 0,0923	1,2600 1,2400	1,4988 1,4972	1,6568 1,6558	1,5028 1,4990	0,0064 0,0002
24DU24			1 1/2		1,5100 1,4900				
24DU32			2		2,0100 1,9900				
26DU16			1		1,0100 0,9900				
26DU24	1 5/8	1 25/32	1 1/2	0,0941 0,0923	1,5100 1,4900	1,6238 1,6222	1,7818 1,7808	1,6278 1,6240	0,0056 0,0002
28DU16			1		1,0100 0,9900				
28DU24	1 3/4	1 15/16	1 1/2	0,0941 0,0923	1,5100 1,4900	1,7487 1,7471	1,9381 1,9371	1,7535 1,7489	0,0064 0,0002
28DU28			1 3/4		1,7600 1,7400				
28DU32			2		2,0100 1,9900				

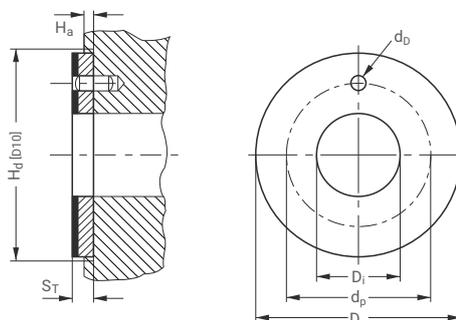
Alle Abmessungen in Zoll

BESTELL-NR.	NENNMAßE			WANDDICKE S ₃ max. min.	BREITE B max. min.	WELLEN-Ø [h6, Ø, h8] max. min.	GEHÄUSE-Ø [H6, H7] max. min.	BUCHSEN-Ø D _{i,a} EINGEB. IN H6/ H7 GEHÄUSE max. min.	LAGERSPIEL C _D max. min.	
	D _i	D _o	B							
30DU16			1		1,0100 0,9900					
30DU30	1 ^{7/8}	2 ^{1/16}	1 ^{7/8}		1,8850 1,8650	1,8737 1,8721	2,0633 2,0621	1,8787 1,8739	0,0066 0,0002	
30DU36			2 ^{1/4}			2,2600 2,2400				
32DU16			1	0,0941 0,0923	1,0100 0,9900					
32DU24	2	2 ^{3/16}	1 ^{1/2}			1,5100 1,4900	1,9987 1,9969	2,1883 2,1871	2,0037 1,9989	0,0068 0,0002
32DU32			2			2,0100 1,9900				
32DU40			2 ^{1/2}			2,5100 2,4900				
36DU32			2		2,0100 1,4900					
36DU36	2 ^{1/4}	2 ^{7/16}	2 ^{1/4}		2,2600 2,2400	2,2507 2,2489	2,4377 2,4365	2,2573 2,2509		
36DU40			2 ^{1/2}			2,5100 2,4900				
36DU48			3			3,0100 2,9900				
40DU32			2		2,0100 1,9900					
40DU40	2 ^{1/2}	2 ^{11/16}	2 ^{1/2}		2,5100 2,4900	2,5011 2,4993	2,6881 2,6869	2,5077 2,5013	0,0084 0,0002	
40DU48			3			3,0100 2,9900				
40DU56			3 ^{1/2}			3,5100 3,4900				
44DU32			2		2,0100 1,9900					
44DU40	2 ^{3/4}	2 ^{15/16}	2 ^{1/2}		2,5100 2,4900	2,7500 2,7482	2,9370 2,9358	2,7566 2,7502		
44DU48			3			3,0100 2,9900				
44DU56			3 ^{1/2}			3,5100 3,4900				
48DU32			2	0,0928 0,0902	2,5100 2,4900					
48DU48	3	3 ^{3/16}	3			3,0100 2,9900	3,0000 2,9982	3,1872 3,1858	3,0068 3,0002	0,0086 0,0002
48DU60			3 ^{3/4}				3,7600 3,7400			
56DU40			2 ^{1/2}		2,5100 2,4900					
56DU48	3 ^{1/2}	3 ^{11/16}	3		3,0100 2,9900	3,5000 3,4978	3,6872 3,6858	3,5068 3,5002	0,0090 0,0002	
56DU60			3 ^{3/4}			3,7600 3,7400				
64DU48			3		3,0100 2,9900					
64DU60	4	4 ^{3/16}	3 ^{3/4}		3,7600 3,7400	4,0000 3,9978	4,1872 4,1858	4,0068 4,0002	0,0090 0,0002	
64DU76			4 ^{3/4}			4,7600 4,7400				
80DU48			3		3,0100 2,9900	4,9986 4,9961	5,1860 5,1844	5,0056 4,9988		
80DU60	5	5 ^{3/16}	3 ^{3/4}		3,7600 3,7400				0,0095 0,0002	
96DU48					3		3,0100 2,9900	6,0000 5,9975	6,1874 6,1858	6,0070 6,0002
96DU60	6	6 ^{3/16}	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

Alle Abmessungen in Zoll

7 Standardteile

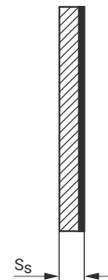
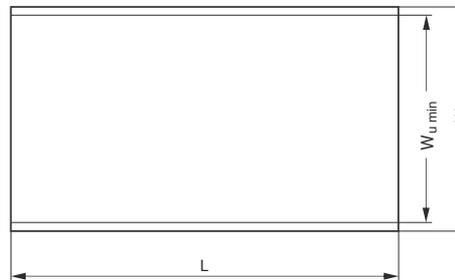
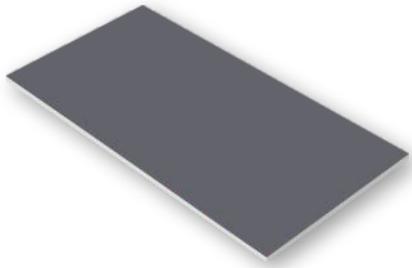
7.8 DU® - ZOLL ANLAUFSCHLEIBEN



BESTELL-NR.	INNEN-Ø D _i		AUBEN-Ø D _o		DICKE S _T max. min.	STIFTLOCH		EINSTICHTIEFE H _a max. min.
	max.	min.	max.	min.		Ø d _p max. min.	PCD Ø d _p max. min.	
DU06	0,510	0,500	0,875	0,865	0,063 0,061	0,077 0,067	0,692	0,050 0,040
DU07	0,572	0,562	1,000	0,990			0,682	
DU08	0,635	0,625	1,125	1,115		0,786		
DU09	0,697	0,687	1,187	1,177		0,776		
DU10	0,760	0,750	1,250	1,240		0,880		
DU11	0,822	0,812	1,375	1,365		0,870		
DU12	0,885	0,875	1,500	1,490		0,942		
DU14	1,010	1,000	1,750	1,740		0,932		
DU16	1,135	1,125	2,000	1,990		1,005		
DU18	1,260	1,250	2,125	2,115		0,995		
DU20	1,385	1,375	2,250	2,240		1,099		
DU22	1,510	1,500	2,500	2,490		1,089		
DU24	1,635	1,625	2,625	2,615		1,192		
DU26	1,760	1,750	2,750	2,740		1,182		
DU28	2,010	2,000	3,000	2,990	1,380			
DU30	2,135	2,125	3,125	3,115	1,370			
DU32	2,260	2,250	3,250	3,240	1,567			
					1,557			
					1,692			
					1,682			
					1,817			
					1,807			
					2,005			
					1,995			
					2,130			
					2,120			
					2,255			
					2,245			
					2,505			
					2,495			
					2,630			
					2,620			
					2,755			
					2,745			

Alle Abmessungen in Zoll

7.9 DU® GLEITSTREIFEN



BESTELL-NR.	LÄNGE L max. min.	GESAMTBREITE W	NUTZBREITE W _{U min}	DICKE S _s max. min.
S07150DU	503 500	160	150	0,74
S07190DU				0,70
S10190DU		200	190	1,01
S15190DU				0,97
S20190DU				1,52
S25190DU				1,48
S30190DU				2,00
S30190DU				1,96
S25190DU	2,50			
S30190DU	2,46			
S30190DU	3,06			
S30190DU	3,02			

Alle Abmessungen in mm

7.10 DU-B GLEITSTREIFEN

BESTELL-NR.	LÄNGE L max. min.	GESAMTBREITE W	NUTZBREITE W _{U min}	DICKE S _s max. min.
S07085DUB	503 500	95	85	0,74
S10180DUB				0,70
S15180DUB		193	180	1,01
S20180DUB				0,97
S25180DUB				1,52
S25180DUB				1,48
S25180DUB				2,00
S25180DUB				1,96
S25180DUB	2,50			
S25180DUB	2,46			

Alle Abmessungen in mm

7.11 DU® - ZOLL GLEITSTREIFEN

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

8 Prüfmethoden

8.1 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 Prüfvorrichtungen und Prüfmitteln geprüft werden.

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

Prüfung A nach ISO 3547 Teil 2

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

PRÜFUNG A NACH ISO 3547TEIL 2 (AN PM2015HX)	
Prüfaufnahme und Einstelldorn $d_{ch,1}$	23,062 mm
Prüfkraft F_{ch}	4500 N
Grenzwerte für Δz	0 und -0,065 mm
Außendurchmesser D_o	23,035 bis 23,075 mm

Tabelle 7: Prüfung A nach ISO 3547 Teil 2

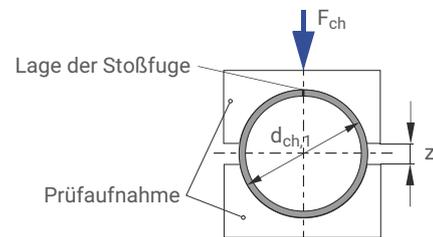


Abb. 34: Prüfung A, Beispiel für die Zeichnungseintragung

Test B (alternativ zu Test A)

Prüfung des Außendurchmessers mit einer GEHT / GEHT NICHT Ringlehre.

Prüfung C nach ISO 3547 Teil 1

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

Prüfen der Wanddicke (nach Vereinbarung)

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

B [mm]	X [mm]	ANZAHL DER MESSLINIEN
≤ 15	B/2	1
$>15 \leq 50$	4	2
$>50 \leq 90$	6 und B/2	3
>90	8 und B/2	3

Tabelle 15: Anzahl der Messlinien für die Wanddickenprüfung

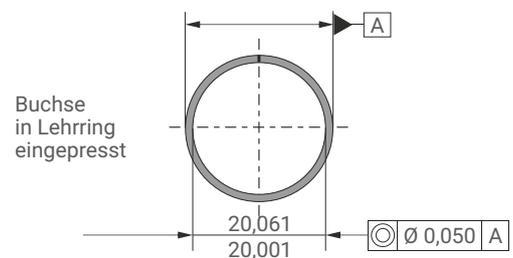


Abb. 35: Prüfung C, Beispiel für die Zeichnungseintragung

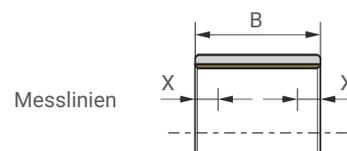


Abb. 36: Messlinien für die Wanddickenprüfung

Prüfung D nach ISO 3547 Teil 2

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

FORMELZEICHEN UND BENENNUNGEN

SYMBOL	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 _Y	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

SYMBOL	EINHEIT	BENENNUNG
H _a	mm	Eindrehtiefe für Gehäuse (z.B. bei Anlaufscheiben)
H _d	mm	Durchmesser der Gehäuseplanfläche (z.B. bei Anlaufscheiben)
L	mm	Länge des Gleitstreifens
L _H	h	erforderliche/gewünschte Lebensdauer
L _S	mm	Hublänge (Linearbewegung)
N	1/min	Drehzahl/Drehfrequenz
N _{osz}	1/min	Schwenkfrequenz
p	N/mm ²	Spezifische Lagerbelastung, mittlere Flächenbelastung
p _{lim}	N/mm ²	Max. zul. spezifische Lagerbelastung
p _{sta,max}	N/mm ²	Zul. statische Lagerbelastung
p _{dyn,max}	N/mm ²	Zul. dynamische Lagerbelastung
Q	-	Zulässige Anzahl der Schwenkbewegungen
R _a	µm	Mittenrauhwert (DIN 4768, ISO/DIN 4287/1)
R _{OB}	Ω	Oberflächenwiderstand (elektrisch)
s ₃	mm	Buchsen-Wanddicke
s _{fl}	mm	Bunddicke der Bundbuchse
s _S	mm	Dicke des Gleitstreifens
s _T	mm	Dicke der Anlaufscheibe (Axiallager), Dicke der Bundscheibe
T	°C	Temperatur
T _{amb}	°C	Lager-Umgebungstemperatur
T _{max}	°C	Maximal-Temperatur
T _{min}	°C	Minimal-Temperatur
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 ⁶ K	Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient parallel zur Oberfläche
α ₂	1/10 ⁶ K	Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient senkrecht zur Oberfläche
σ _c	N/mm ²	Druckfestigkeit
λ	W/mK	Wärmeleitfähigkeit
φ	°	Schwenkbewegung
η	Ns/mm ²	Dynamische Viskosität des Schmierstoffes

9 Technisches Datenblatt

Nicht sicher, welches GGB Material für Ihre Anwendung geeignet ist? Bitte füllen Sie das nachstehende Formular aus und leiten Sie es an Ihren GGB Vertriebsmitarbeiter oder Distributionspartner weiter.

DATEN ZUR GLEITLAGERAUSLEGUNG

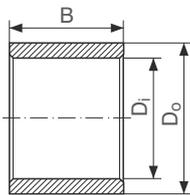
Anwendung: _____

Projekt / Nr.: _____ Stückzahl: _____ Neukonstruktion bestehende Konstruktion

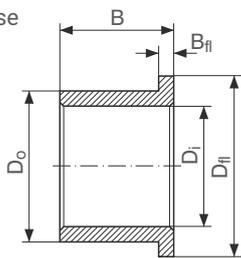
Punktlast Umfangslast Rotierende Bewegung Oszillierende Bewegung Linearbewegung

LAGERART:

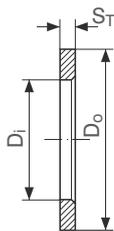
Zylindrische Buchse



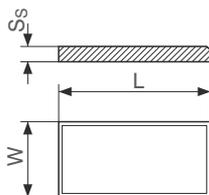
Bundbuchse



Anlaufscheibe



Gleitplatte



Sonderteile (Skizze/Zeichnung)

ABMESSUNGEN [mm]

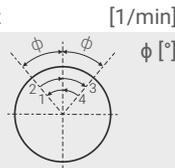
Innendurchmesser	D_i	
Außendurchmesser	D_o	
Lagerbreite	B	
Bunddurchmesser	D_{fl}	
Bunddicke	B_{fl}	
Scheibendicke	S_T	
Streifenlänge	L	
Streifenbreite	W	
Streifendicke	S_S	

LAST

<input type="checkbox"/> Statische Belastung	
<input type="checkbox"/> Dynamische Belastung	
Axialbelastung F	[N]
Radialbelastung F	[N]

BEWEGUNGSART

Drehzahl	N [1/min]	
Geschwindigkeit	U [m/s]	
Hublänge	L_S [mm]	
Hubfrequenz	[1/min]	
Oszillationszyklus	ϕ [°]	
Oszillationsfrequenz N_{osz}	[1/min]	



GEGENWERKSTOFF

Werkstoff	
Härte	HB/HRC
Rauheit	Ra [µm]

KUNDENDATEN

Firma _____
 Straße _____
 PLZ / Ort _____
 Telefon _____ Fax _____
 Name _____
 E-Mail Adresse _____ Datum _____

PASSUNGEN & TOLERANZEN

Welle	D_J	
Lagergehäuse	D_H	

BETRIBSUMGEBUNG

Umgebungstemperatur T_{amb} [°]	
Werkstoff des Lagergehäuses	

- Gehäuse mit guten Wärmeübertragungseigenschaften
- Leichte Pressteile oder isoliertes Gehäuse mit schlechten Wärmeübertragungseigenschaften
- Nichtmetallisches Gehäuse mit schlechten Wärmeübertragungseigenschaften
- Wechselbetrieb in Wasser und Trockenlauf

SCHMIERUNG

<input type="checkbox"/> Trocken	
<input type="checkbox"/> Dauerschmierung	
<input type="checkbox"/> Mediumschmierung	
<input type="checkbox"/> Nur Initialschmierung	
<input type="checkbox"/> Hydrodynamische Bedingungen	
Medium	
Schmierstoff	
Dynam. Viskosität η [mPas]	

BETRIEBSSTUNDEN PRO TAG

Dauerbetrieb	
Aussetzbetrieb	
Einschaltdauer	
Tage pro Jahr	

LEBENSDAUER

Erforderl. Lebensdauer L_H [h]	
----------------------------------	--

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 2024; deutsch (diese Ausgabe ersetzt frühere Ausgaben, die hiermit ungültig werden).

ERKLÄRUNG ZU BLEIGEHALTEN DER GGB-PRODUKTE / ÜBEREINSTIMMUNG MIT EU-RECHT

GGB verpflichtet sich umfassend zur Einhaltung aller geltenden nationalen, europäischen und internationalen Regelungen.

Wir setzen selbst entwickelte Prozesse zur ständigen Überwachung von Gesetzesänderungen ein.

Zudem arbeiten wir mit Kunden und Lieferanten zusammen daran, die Einhaltung von Gesetzen, Standards und Anforderungen abzusichern. Dazu zählen unter anderem die RoHS und REACH Richtlinien.

Für GGB ist es von besonderer Bedeutung, als Unternehmen umweltbewusst zu agieren.

Ein starker Fokus liegt zudem auf der Sicherheit.

Wir orientieren uns an zahlreichen Unternehmensrichtlinien und setzen alles daran, international anerkannte Standards für Umwelt- und Arbeitsschutz einzuhalten oder zu übertreffen.

Darüber hinaus haben wir an allen unseren Standorten Managementsysteme etabliert, die der EN 9100, IATF 16949, ISO 14001 und ISO 9001 entsprechen.

Weitere Informationen finden Sie in unserem Downloadbereich. Hier können Sie sich die aktuellen Zertifikate unter:

<https://www.ggbearings.com/de/zertifikate>

und die Erklärungen zu REACH und der RoHS unter:

<https://www.ggbearings.com/de/wer-wir-sind/qualitaet-und-umweltschutz> ansehen/downloaden.

GGB®, DU® und DU-B sind Warenzeichen von GGB.

Jegliche Verwendung der Warenzeichen von GGB ist ohne deren vorherige schriftliche Genehmigung ausdrücklich untersagt.

©2024 GGB. Alle Rechte vorbehalten.





GGB HEILBRONN GMBH

Ochsenbrunnenstr. 9 | D-74078 Heilbronn

Tel: +49 7131 269 0

www.ggbearings.com/de



HB103DEU06-24HN