

Technisches Handbuch

deva metal[®]



Ihre Herausforderungen sind unsere Faszination.

Selbstschmierende Sintermetall-Gleitlager

Zeitgemäße Konstruktionen stellen eine große Herausforderung an moderne Gleitwerkstoffe dar, weil häufig Wartungsfreiheit bei schweren bis extremen Betriebsbedingungen unter zum Teil hohen Belastungen erwartet wird. Ständiger Kostendruck erzwingt zunehmende Verfügbarkeit von Maschinen und Anlagen, obgleich keine Einschränkungen im Hinblick auf deren Zuverlässigkeit akzeptiert werden können.

Mit wartungsfreien, selbstschmierenden Hochleistungsgleitwerkstoffen aus der DEVA® Produktpalette lassen sich heutzutage Gleitlagerkonzepte verwirklichen, die über lange Zeiträume betriebssicher arbeiten. deva.metal® Werkstoffe eignen sich für Anwendungen mit hoher statischer und dynamischer Belastung. Durch die Mikroverteilung des Schmierstoffes eignen sich alle deva.metal® Werkstoffe gleichermaßen gut auch für kleine Bewegungen. Dabei ist die Bewegungsform, ob translatorisch, rotatorisch, winkelförmig oder eine Kombination aus mehreren, unerheblich.

Zusätzlich zeichnet sich die deva.metal® Werkstoffpalette durch folgende Eigenschaften aus:

- hohe Verschleißfestigkeit
- widerstandsfähig gegen raue Betriebs- und Umgebungseinflüsse, sowohl mechanischer als auch chemischer Natur

Wir unterstützen Sie bei der

- Auswahl der Gleitwerkstoffe
- konstruktiven Gestaltung und individuellen Anpassung an Ihre Anforderungen
- Abschätzung der Lagerlebensdauer
- Simulation Ihrer Gleitlageranwendung auf unseren Prüfständen
- Montage





Wartungsfreie,
selbstschmierende
Gleitlager



Natürlich wartungsfrei. Gleitlager von DEVA®.

Die deva.metal® Werkstoffpalette bietet dem Konstrukteur ein breites Spektrum von Einsatzmöglichkeiten überall dort, wo ein umweltbewusster Umgang mit Schmierstoffen gewünscht oder erforderlich, bzw. eine konventionelle Schmierung nicht möglich ist.

Typische Anwendungen für deva.metal® Gleitlager finden sich in diesen Branchen:



Hütten- und
Stahlindustrie



Stahlwasserbau und
Wasserturbinen



Brücken- und
Stahlbau



Allgemeiner
Maschinenbau



Spritzguss-
und Reifenform-
maschinen



Lebensmittel-
und Verpackungs-
maschinen



Schiffsbau- und
Offshore-Industrie



Wind- und Offshore-
Windkraftanlagen



Schienenfahrzeuge



Gas- und
Dampfturbinen



Agrar- und
Baumaschinen

Inhaltsverzeichnis

1	Materialeigenschaften	4
2	Gleitlagerwerkstoffe	6
	2.1 Mikrostruktur und Gefüge	
	2.2 Übersicht ausgewählter Werkstoffe	
	2.3 Werkstoffauswahl	
	2.4 Temperatureinfluss	
	2.5 Spezifischer Verschleiß	
3	Qualität und Zeugnisse	14
4	Lastfälle	15
5	Gegenwerkstoffe	16
6	Zylindrische Gleitlager	18
	6.1 Empfohlene Standardabmessungen – Buchsen	
	6.2 Empfohlene Standardabmessungen – Bundbuchsen	
	6.3 Passungen und Oberflächen	
	6.4 Nachbearbeitung	
	6.5 Einbau mittels Einpressen	
	6.6 Einbau durch Unterkühlen (nur Bronze-Legierungen)	
7	Gleitplatten und Segmente	27
	7.1 Abmessungen deva.metal® Gleitstopfen und -platten	
	7.2 Einbau von Gleitplatten, Segmenten und Anlaufscheiben allgemein	
	7.3 Einbau von Gleitplatten mittels Standardschrauben	
	7.4 Einbau von Gleitplatten mittels Sonderschrauben	
8	Chemische Beständigkeit	30
9	Konstruktionsbeispiele und Anwendungen	32
	9.1 Nuten	
	9.2 Beispiele für Sonderkonstruktionen	
10	Daten zur Auslegung von DEVA® Gleitlagern	34

deva.metal® Gleitlager

Materialeigenschaften

Wartungsfreie und selbstschmierende Sintergleitwerkstoffe

deva.metal® ist ein Hochleistungs-Trockengleitlagerwerkstoff. Das pulvermetallurgisch hergestellte deva.metal® System basiert auf vier Hauptgruppen – Bronze, Eisen, Nickel und Edelstahl. Diese enthalten Festschmierstoffe, zum Beispiel Grafit, die gleichmäßig in die Metallstruktur eingebettet sind. Als pulvermetallurgisch hergestellter Werkstoff ist deva.metal® nicht duktil. Die speziellen Sinterverfahren ermöglichen jedoch eine sehr hohe physikalische Widerstandsfähigkeit, insbesondere unter Druckbelastung.

Die anwendungsspezifischen Anforderungen bestimmen den Prozentanteil, Art und Form des Festschmierstoffes. Maßgeblich sind dabei die Gleitgeschwindigkeit, die spezifische Belastung, Temperatur und weitere anwendungsspezifische Einflüsse. Somit können definierte tribologische Eigenschaften erzeugt werden.

Leistungsversprechen Unser deva.metal®

- Ermöglicht einen wartungsfreien Betrieb ohne Schmierung
- Besitzt ein hohes statisches und dynamisches Lastaufnahmevermögen
- Hat sehr gute Gleiteigenschaften im Trockenlauf
- Kann in staubiger und schmutziger Umgebung eingesetzt werden
- Ist legierungsabhängig einsetzbar im Temperaturbereich von -200°C bis $+800^{\circ}\text{C}$
- Ist einsetzbar in korrosiver Umgebung
- Absorbiert kein Wasser und ist daher gut geeignet für Einsätze in Seewasser und vielen Industrieflüssigkeiten, bei denen eine hohe Maßstabilität erforderlich ist
- Ist legierungsabhängig in radioaktiver Umgebung einsetzbar
- Ist elektrisch leitend. Es treten keine elektrostatischen Aufladeeffekte auf
- Ist für translatorische, rotatorische, oszillierende Bewegungen mit zylindrischer Führung oder auch als Gleitplatte geeignet. Diese Bewegungen können einzeln oder in Kombination auftreten
- Bietet Vorteile bei Mangelschmierung gegenüber konventionellen Lagerwerkstoffen
- Bietet Notlaufeigenschaften bei ungenügend geschmierten Anwendungen



Für Sie passend gemacht

deva.metal® Gleitlager sind in Standardabmessungen und als kundenspezifische Sonderteile erhältlich.

Profitieren Sie von unserer langjährigen Erfahrung in verschiedenen Anwendungen und unserer technischen Unterstützung im Bereich der Materialauswahl und Designauslegung für Sondergleitlager.



deva.metal® Gleitlager

Gleitlagerwerkstoffe

Sintermetalllegierungen mit homogener Festschmierstoffverteilung

Das Trockenlaufprinzip, durch das unsere Legierungen ohne konventionelle Schmiermittel arbeiten, ist für alle Metallgefüge und Festschmierstoffe des deva.metal® Systems gleich. Alle deva.metal® Legierungen haben im metallischen Grundgefüge einen gleichmäßig verteilt eingebetteten Festschmierstoff.

Die Festschmierstoffe haben ein lamellares Gefüge mit niedriger Grenzflächen-Scherfestigkeit gegenüber den angrenzenden zwischenmolekularen Schichten im Werkstoff.

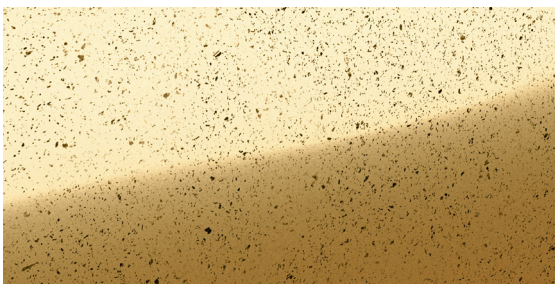
Durch die relative Bewegung zwischen dem Gegenwerkstoff und dem deva.metal® Lager wird der unter Vorspannung stehende Festschmierstoff durch Mikroverschleiß freigesetzt. Wechselwirkungen und die definierte Oberflächenrauheit des Gegenwerkstoffs, welche eine mechanische Bindung der Festschmierstoffe ermöglicht, führen zum Aufbau eines Festschmierstofffilms auf den Gleitpartnern. Dieser sogenannte Transferfilm besitzt eine geringere Scherfestigkeit und reduziert Reibung und Verschleiß des Gleitlagersystems.

Der fortwährende Mikroverschleiß gewährt die Zuführung von neuem Schmierstoff in das System. Dadurch wird in vielen Anwendungen Wartungsfreiheit erreicht.

2.1 Mikrostruktur und Gefüge

Die Zusammensetzung des metallischen Gefüges bestimmt die physikalischen, mechanischen und chemischen Eigenschaften einer Legierung und ist deshalb Grundlage bei der Materialauswahl für einen speziellen Anwendungsfall. Es stehen die vier Hauptgruppen Bronze-, Eisen-, Nickel- und Edelstahlbasis zur Auswahl.

Die 4 deva.metal® Hauptgruppen



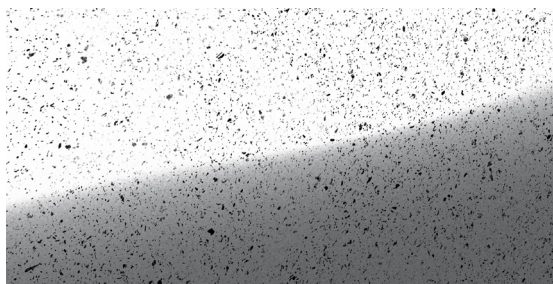
Bronzebasis



Eisenbasis



Nickelbasis



Edelstahlbasis

Der Anteil und die Eigenschaften des Festschmierstoffes haben grundsätzlich Einfluss auf das Gleitverhalten einer deva.metal® Legierung. Innerhalb der vier Hauptgruppen werden folgende Festschmierstoffe angewendet:

- Grafit – C
- Molybdändisulfid – MoS₂
- Mangansulfid – MnS

Grafit ist der meistverwendete Festschmierstoff, entweder als feinverteilte oder in Agglomeratform vorliegende Partikel im metallischen Grundgefüge, je nach Betriebseinsatz. Die folgenden Mikrogefüge-Aufnahmen zeigen deva.metal® Festschmierstoff-Verteilungsstrukturen, die je nach anwendungsspezifischer Anforderung eingesetzt werden.

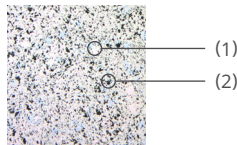
Neben der Schmierstoffverteilung spielt auch die Schmierstoffmenge eine Rolle bei den Last- und Gleiteigenschaften. Die Eigenschaften der Verteilungsstrukturen (Tabelle 2.1.1) beruhen auf der Annahme gleicher Festschmierstoffmengen.

Die 3 deva.metal® Mikrostrukturen

Die Eingruppierung gilt nur unter der Voraussetzung von gleichen Festschmierstoffkonzentrationen.

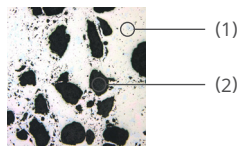
Feine Verteilung

- Basismaterial
- Hohe Lasten, sehr niedrige Gleitbewegungen und Gleitgeschwindigkeiten
- Hohe statische Lasten
- Niedrige Lasten, sehr hohe Geschwindigkeiten



Mittlere Verteilung

- Mittlere dynamische Lasten und höhere Gleitgeschwindigkeiten
- Guter Verschleißwiderstand



Grobe Verteilung

- Hohe dynamische Lasten und höhere Gleitgeschwindigkeiten
- Sehr guter Verschleißwiderstand

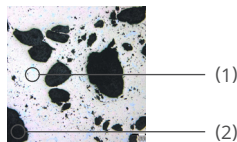


Abbildung 2.1.1

(1) Metall-Sintermatrix

(2) Festschmierstoff

Eigenschaften der Festschmierstoffe

	Grafit	MoS ₂
Kristallines Gefüge	hexagonal	keines
Spezifisches Gewicht [g/cm ³]	2,25	4,7
Reibungskoeffizient in Luft	0,1 – 0,18	0,08 – 0,12
Temperatureinsatzbereich	– 120 °C bis 600 °C	– 100 °C bis 400 °C
Chemische Beständigkeit	sehr gut	gut
Korrosionsbeständigkeit	gut	bedingt geeignet
Widerstand gegen radioaktiver Strahlung	sehr gut	gut
Einsatz in Luft	sehr gut	gut
Einsatz in Wasser	sehr gut	bedingt geeignet
Einsatz im Vakuum	nicht geeignet	gut


Tabelle 2.1.1

2.2 Übersicht ausgewählter Werkstoffe

Die deva.metal® Gleitlagerfamilie besteht aus mehr als 60 Legierungsvarianten. Eine Übersicht der gängigen Legierungen ist in Tabelle 2.2.1 dargestellt. Die Auswahl der geeigneten Legierung für Ihre Anwendung übernimmt gerne unsere Anwendungstechnik. Der Temperatureinsatzbereich der Bronzewerkstoffe reicht standardmäßig bis +150 °C. Um die Maßstabilität von Bronzelegierungen im Dauerbetrieb auch bei höheren Temperaturen zu gewährleisten, kann der Werkstoff einer zusätzlichen Wärmebehandlung unterzogen werden. Die Betriebstemperaturobergrenze liegt dann bei +350 °C. Bei Einsatztemperaturen über 350 °C werden anstelle der wärmebehandelten Bronzelegierungen deva.metal® Eisen- oder Eisen/Nickelbasis-Legierungen eingesetzt. deva.metal® Nickellegierungen oder Edelstahllegierungen werden im Allgemeinen dort verwendet, wo eine hohe Chemikalien- und Korrosionsbeständigkeit erforderlich ist.

deva.metal®	Physikalische Eigenschaften			Mechanische Eigenschaften		Max. Belastung			Lagereigenschaften			
	Dichte ρ [g/cm ³]	Härte [HB _{min}]	Lineare Wärmeausdehnungskoeffizient α [10 ⁻⁶ /K]	Druckfestigkeit σ_M [MPa]	Elastizitätsmodul E [MPa]	Statisch $\bar{p}_{stat/max}$ [MPa]	Dynamisch $\bar{p}_{dyn/max}$ [MPa]	Max. pU-Wert (trocken) $\bar{p}U_{max}$ [MPa × m/s]	Temperatur-einsatzbereich T [°C]	Reibungskoeffizient (trocken) μ	Reibungskoeffizient (in Wasser) μ	Min. Wellenhärte

Bronzebasislegierungen

	101	6,8	40	18,0	300	52000	200	100	1,5	-100 bis 150	0,13 bis 0,18	0,11 bis 0,16	180 HB
	103	6,4	50	18,0	250	53000	180	90	1,5	-100 bis 150	0,11 bis 0,16	0,10 bis 0,13	220 HB
	105	6,6	65	18,0	340	53000	230	115	1,5	-100 bis 150	0,13 bis 0,18	0,12 bis 0,16	270 HB
	157	6,3	50	18,0	220	43000	180	70	1,5	-100 bis 150	0,10 bis 0,15	0,09 bis 0,12	220 HB
	172	7,2	60	18,0	400	59000	260	130	1,5	-100 bis 150	0,15 bis 0,22	0,12 bis 0,20	180 HB
	179	7,1	80	18,0	390	50000	200	80	1,5	-100 bis 150	0,18 bis 0,26	0,16 bis 0,24	35 HRC
	Pro	5,2	35	18,4	170	24000	130	70	1,5	-100 bis 150	0,07 bis 0,40	0,07 bis 0,40	180 HB

Bronzebasislegierungen (wärmebehandelt)


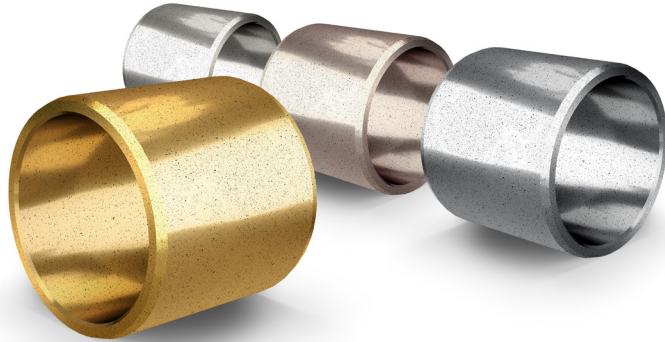
	108	6,3	35	18,0	250	41000	170	85	1,5	-100 bis 350	0,12 bis 0,18	0,11 bis 0,16	180 HB
	110	6,4	50	18,0	250	43000	170	85	1,5	-100 bis 350	0,11 bis 0,16	0,10 bis 0,13	220 HB
	112	6,4	40	18,0	320	46000	220	110	1,5	-100 bis 350	0,11 bis 0,20	0,10 bis 0,18	270 HB
	113	6,3	50	18,0	220	44000	200	100	1,5	-100 bis 350	0,10 bis 0,15	0,09 bis 0,12	220 HB
	162	6,6	50	18,0	340	49000	230	115	1,5	-100 bis 350	0,13 bis 0,22	0,12 bis 0,20	270 HB
	175	6,8	60	18,0	360	49000	250	120	1,5	-100 bis 350	0,15 bis 0,22	0,13 bis 0,20	180 HB
	Pro HT	5,2	35	18,4	170	24000	130	70	1,5	-100 bis 350	0,07 bis 0,40	0,07 bis 0,40	180 HB

Tabelle 2.2.1



deva.metal®

Physikalische Eigenschaften	Mechanische Eigenschaften		Max. Belastung			Lagereigenschaften					
	Dichte ρ [g/cm ³]	Härte [HB _{min}]	Lineare Wärmeausdehnungskoeffizient α [10 ⁻⁶ /K]	Druckfestigkeit σ_m [MPa]	Elastizitätsmodul E [MPa]	Statisch $\bar{P}_{stat/max}$ [MPa]	Dynamisch $\bar{P}_{dyn/max}$ [MPa]	Max. pU-Wert (trocken) $\bar{p}U_{max}$ [MPa × m/s]	Temperatur-einsatzbereich T [°C]	Reibungskoeffizient (trocken) μ	Reibungskoeffizient (in Wasser) μ

Eisen- und Eisenbasislegierungen

	118	6,0	80	13,0	550	61000	150	60	1,0	bis 600	0,30 bis 0,45	-	45 HRC
	120	6,0	120	12,0	460	-	70	30	1,0	bis 600	0,25 bis 0,43	-	45 HRC
	121	6,4	50	12,0	180	-	70	30	1,0	280 bis 450	0,30 bis 0,45	-	45 HRC
	122	5,9	50	13,0	180	-	70	30	1,0	280 bis 450	0,30 bis 0,45	-	45 HRC
	123	5,7	140	13,0	400	-	70	30	1,0	bis 600	0,28 bis 0,45	-	45 HRC

Nickel- und Nickelbasislegierungen

	124	6,4	45	15,0	400	-	100	50	0,8	-200 bis 200	0,30 bis 0,45	-	45 HRC
	126	6,4	45	15,0	400	-	100	50	0,8	-200 bis 600	0,30 bis 0,45	-	45 HRC
	127	6,4	45	15,0	400	-	150	50	0,8	-200 bis 600	0,30 bis 0,45	-	45 HRC
	233	6,2	40	16,0	380	-	120	50	0,8	280 bis 450	0,30 bis 0,45	-	45 HRC

Edelstahlbasislegierungen

	128	5,8	55	14,4	180	-	150	-	0,5	-100 bis 750	0,35 bis 0,49	-	60 HRC
	129	5,8	75	15,4	760	-	150	-	0,5	350 bis 800	0,20 bis 0,60	-	200 HB

Tabelle 2.2.1

2.3 Werkstoffauswahl

Nachfolgend eine Entscheidungshilfe für die Auswahl der zweckmäßigsten deva.metal® Legierungen unter bestimmten Betriebsbedingungen.

Schema Werkstoffauswahl deva.metal®

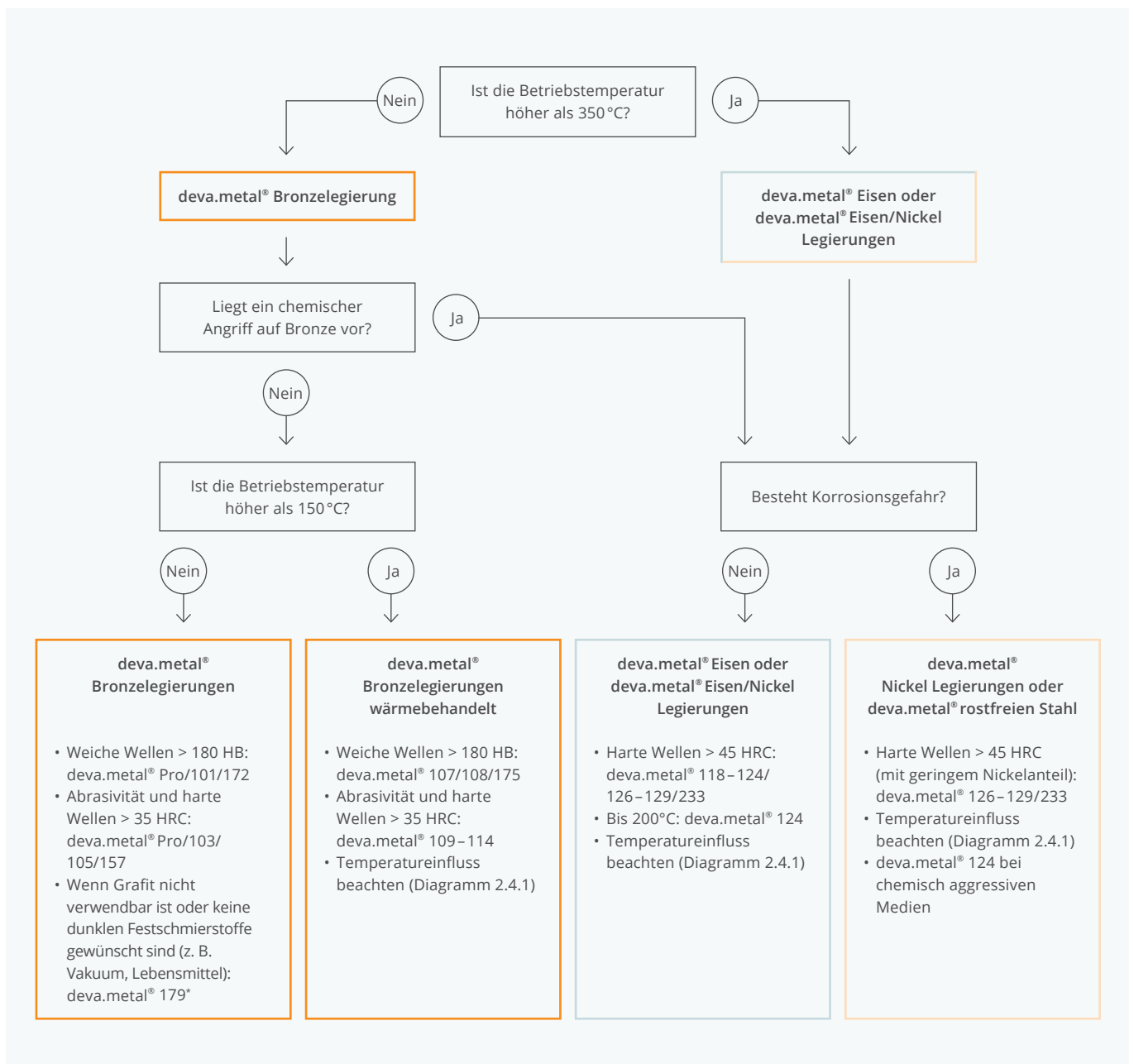


Abbildung 2.3.1

* Eine Eignungsprüfung durch unsere Technik wird empfohlen

Typische Anwendungen einzelner deva.metal® Legierungen

deva.metal® Legierung	Einsatzgebiete	Merkmale
101/103	Allgemein	Standardmaterial für die meisten Anwendungen
Pro	Allgemein	Hoch verschleißbeständig
111/112	Walzwerke/Hüttenindustrie	Bei Auftreten von hoher Abrasivität
113/114	Ofenbau	Temperatur
101/172*	Stahlwasserbau	Hohe statische Last, korrosionsbeständig
105	Walzwerke/Hüttenindustrie, Bremsen	Sehr gute Bremseigenschaften
117/163	Schwerindustrie	Hohe Last/Abrasivität
Pro HT	Dampf- und Gasturbinen, Verbrennungsanlagen	Hohe Abriebfestigkeit
118	Ofenbau	Temperatur
233/126	Abgas-/Rauchgasklappen	Temperatur und Korrosion
128/129	Heißventile, Ofenbau	Sehr hohe Temperatur
179	Lebensmittelindustrie, Vakuum	Grafitfrei

Tabelle 2.3.1

* Bleifreier Ersatz für deva.metal® 115

2.4 Temperatureinfluss

Die maximale spezifische Belastung, der ein deva.metal® Lager ausgesetzt werden kann, nimmt mit steigender Temperatur ab.

Temperatureinfluss auf das statische Dauerlastaufnahmevermögen von deva.metal®

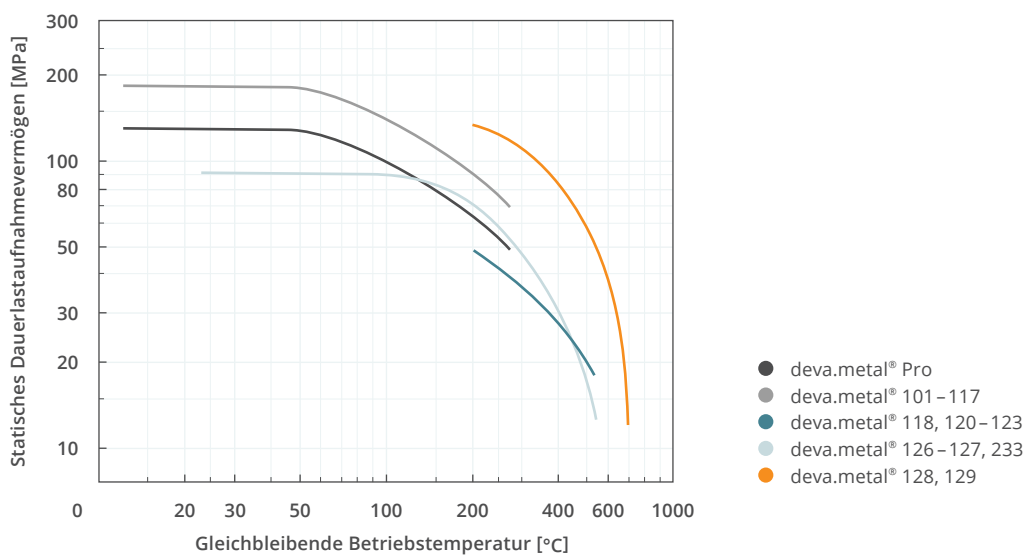


Diagramm 2.4.1



2.5 Spezifischer Verschleiß

Die Auswirkung des pU-Wertes auf die spezifische Verschleißrate der deva.metal® Legierungssysteme zeigt Abbildung 2.5.1..

Spezifische Verschleißrate von deva.metal® Legierungen

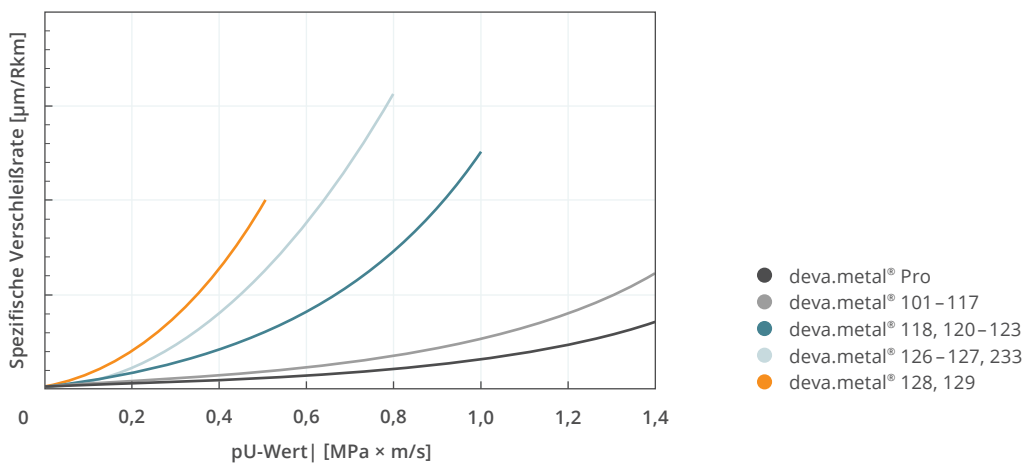


Diagramm 2.5.1



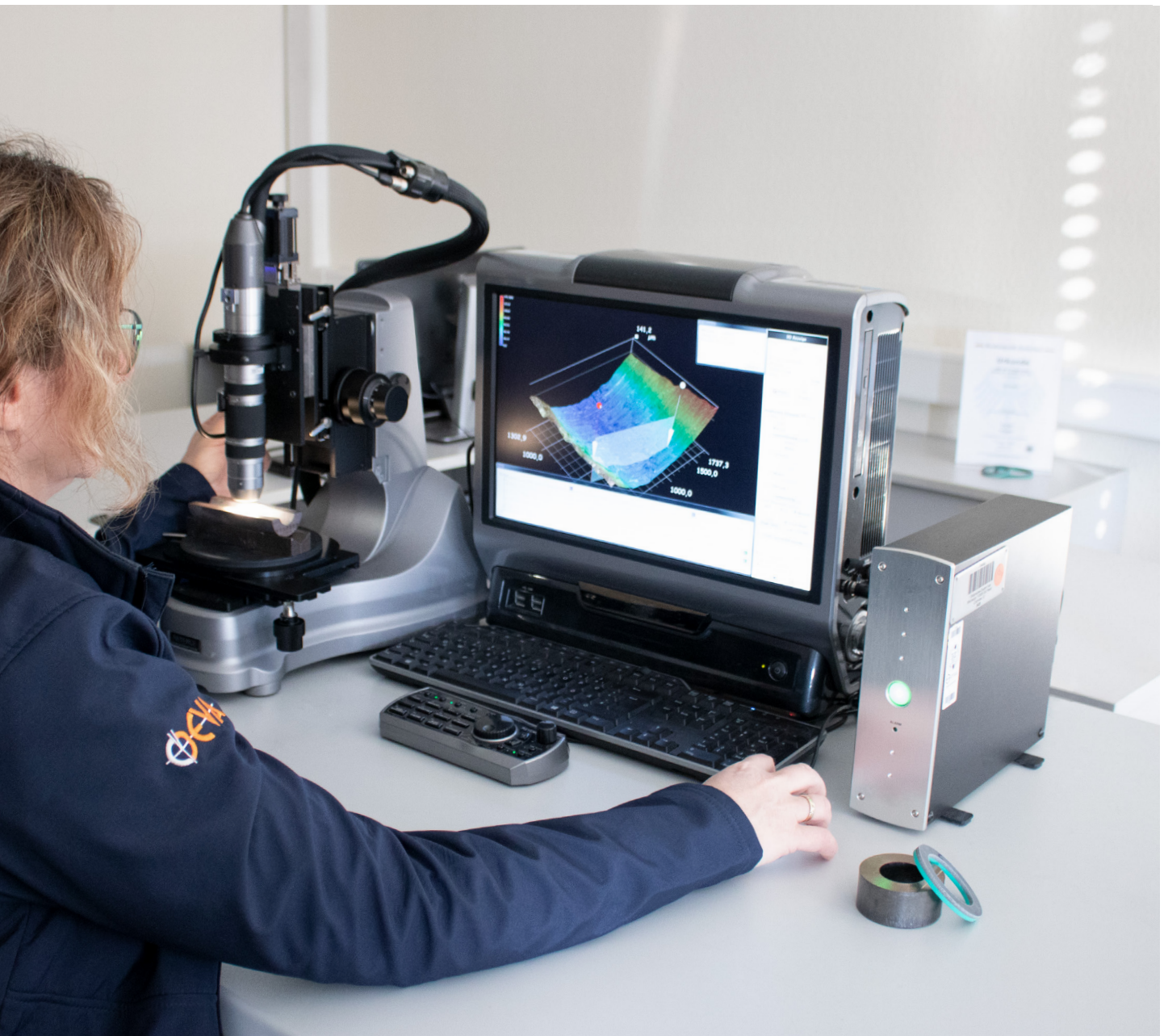
deva.metal® Gleitlager

Qualität und Zeugnisse

Umweltschutz und Produktionssicherheit

Wir legen viel Wert auf eine qualitative, umweltbewusste und sichere Fertigung. Hierzu verpflichten wir uns durch Anwendung einer Vielzahl international anerkannter Normen für die Qualitätssicherung, Emissionskontrolle und Sicherheit am Arbeitsplatz.

- RoHS und REACH konform
- Ursprungszeugnis
- Abnahmeprüfzeugnisse DIN EN 10204 – 2.1; 2.2; 3.1 und 3.2
- Zertifiziert nach ISO 9001; ISO 14001 und ISO 45001



deva.metal® Gleitlager

Lastfälle

Die vier Fälle der Lagerbelastung

DEVA® unterscheidet zwischen 4 Belastungsfällen. Dies geschieht, um die Ermüdungseinflüsse unter dynamischer Belastung zu berücksichtigen. Die prozentualen Werte beziehen sich auf die Grenzwerte, die in den Werkstoffdatenblättern und technischen Handbüchern angegeben sind.

Die Angaben sind als Richtwerte zu verstehen. Insbesondere bei Lastwechseln spielen die Frequenz und die Zahl der Zyklen eine entscheidende Rolle in Hinblick auf die Ermüdungseigenschaften. Eine genaue Analyse erhalten Sie in einem persönlichen Gespräch.

Lastfall 0

Die wirkende Normalkraft ist konstant bzw. ist als konstant anzunehmen ohne häufige oder schnelle Laständerungen oder Lastwechsel. Es findet keine Gleitbewegung statt.

Zulässige Grenzlast: 100% der max. zulässigen statischen Last gemäß Werkstoffdatenblatt

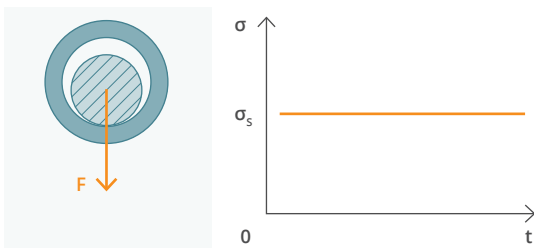


Diagramm 4.1.1

Lastfall 1

Die wirkende Normalkraft wechselt häufig oder schnell bzw. schwingt stark um eine Nennkraft. Es findet keine Gleitbewegung statt.

Zulässige Grenzlast: 80% der max. zulässigen statischen Last gemäß Werkstoffdatenblatt

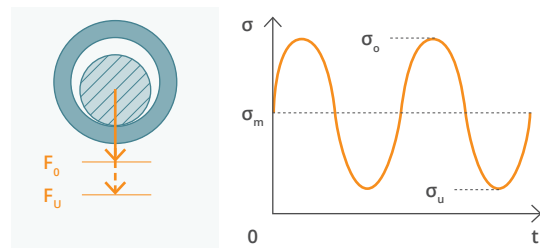


Diagramm 4.1.2

Lastfall 2

Die wirkende Normalkraft ist konstant bzw. ist als konstant anzunehmen ohne häufige oder schnelle Laständerungen oder Lastwechsel. Es findet zusätzlich eine Gleitbewegung statt.

Zulässige Grenzlast: 100% der max. zulässigen dynamischen Last gemäß Werkstoffdatenblatt oder 50% der statischen Grenzlast, wenn die dynamische Last unbekannt ist

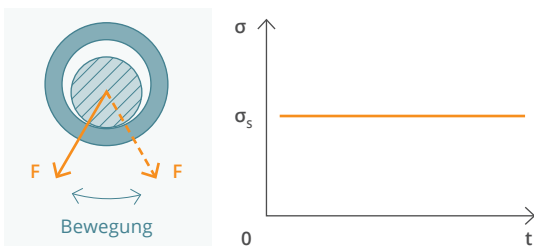


Diagramm 4.1.3

Lastfall 3

Die wirkende Normalkraft wechselt häufig oder schnell bzw. schwingt stark um eine Nennkraft. Es findet zusätzlich eine Gleitbewegung statt.

Zulässige Grenzlast: 100% der max. zulässigen dynamischen Last gemäß Werkstoffdatenblatt oder 50% der statischen Grenzlast, wenn die dynamische Last unbekannt ist

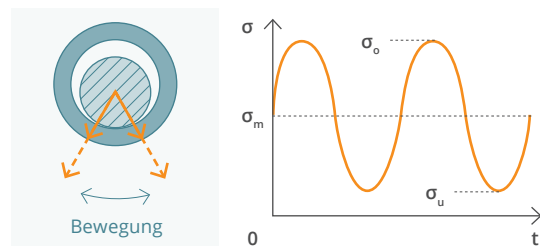


Diagramm 4.1.4

deva.metal® Gleitlager

Gegenwerkstoffe

Rauheit und Oberflächenbeschaffenheit

Die deva.metal® Gleitwerkstoffe setzen den Einsatz eines Gegenwerkstoffs mit einer Härte von mindestens 180 HB voraus. Wird die Lagerstelle zusätzlich geschmiert, so können auch Härtewerte von >130 HB zugelassen werden. Bei hohen Gleitstrecken oder Abrasiveinwirkung aus der Umgebung sollte eine gehärtete Oberfläche 35 HRC/45 HRC Verwendung finden. Die Oberflächenrauheit liegt bei der Verwendung von deva.metal® idealerweise bei $R_a = 0,2$ bis $0,8 \mu\text{m}$ erzeugt durch Schleifen. Abhängig von den Betriebsbedingungen können auch größere Oberflächenrauheiten akzeptiert werden.

Normalerweise werden Wellen und Stirnflächen, die gegen deva.metal® laufen, aus Stahl hergestellt. Für feuchte und korrosive Umgebung wird der Einsatz von rostfreiem Stahl empfohlen. Für Reparaturen oder Senkung von Kosten ist die Verwendung von Laufhülsen mit entsprechender Härte möglich. Auch auftragsgeschweißte Schichten oder andere Schutzschichten (hartverchromt, chemisch Nickel, ...) sind bedingt verwendbar. Die Korrosionsanforderungen, die an den Gegenwerkstoff gestellt werden, sind anhand der jeweils vorliegenden Betriebsbedingungen festzulegen.

Rauheit der Gegenwerkstoffe

Einfluss der Oberflächenrauheit des Gegenwerkstoffs auf den Mikroverschleiß des Verbundwerkstoffs (Modelldarstellung aus verschiedenen Untersuchungen)

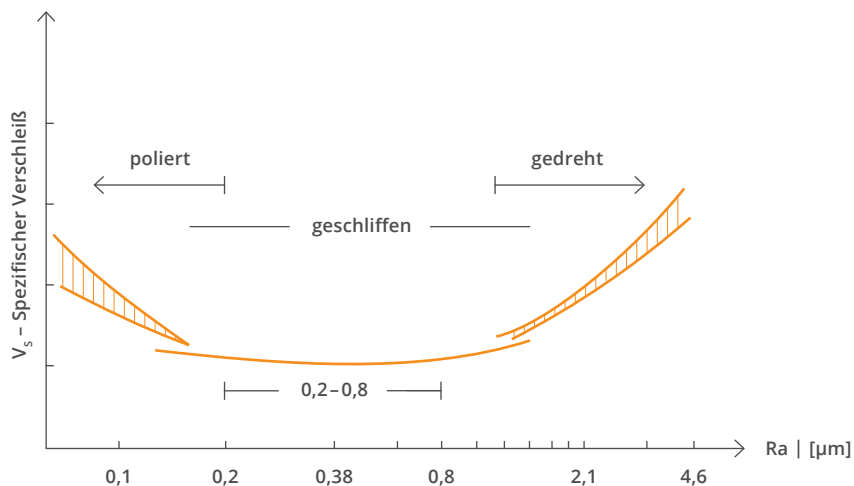


Diagramm 5.1.1

Konstruktive Auslegung der Gegenlauffläche

Welle und Stirnflächen im Einsatz gegen deva.metal® Gleitlager oder Anlaufscheiben müssen breiter sein bzw. müssen einen größeren Durchmesser haben (Abb. 5.1.1) als das Lager, damit kein Einlaufen stattfindet. Nuten und Flachstellen in den Wellen sind zu vermeiden. Die Wellenenden müssen angefast sein. Alle scharfen Kanten oder Vorsprünge, die das Lager beschädigen könnten, sind zu entfernen.

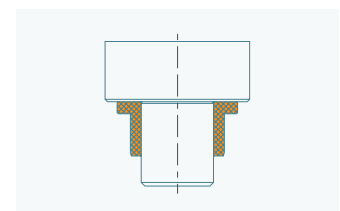


Abbildung 5.1.1

Materialvorschläge

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über einige mögliche Gegenwerkstoffe.

Werkstoffnummer	DIN-Bezeichnung	Vergleichbare Normen		
		USA - ANSI	GB - BS 970	F - AFNOR

Gegenwerkstoffe für normale Anwendungen

Werkstoffnummer	DIN-Bezeichnung	USA - ANSI	GB - BS 970	F - AFNOR
1.0543	ZSt 60-2	Grade 65	55C	A60-2
1.0503	C45	1045	080M46	CC45
1.7225	42CrMo4	4140	708M40	42CD4

Tabelle 5.1.1

Gegenwerkstoffe bei Korrosionsgefahr

Werkstoffnummer	DIN-Bezeichnung	USA - ANSI	GB - BS 970	F - AFNOR
1.4021	X20Cr13	420	420S37	Z20C13
1.4057	X17CrNi-16-2	431	432S29	Z15CN16.02
1.4112	X90CrMoV18	440B	-	(Z70CV17)
1.4122	X35CrMo17	-	-	-
1.4418	X4CrNiMo16-5-1	S165M	-	Z6CND16-05-01

Tabelle 5.1.2

Gegenwerkstoffe für Einsatz in Seewasser

Werkstoffnummer	DIN-Bezeichnung	USA - ANSI	GB - BS 970	F - AFNOR
1.4462	X2CrNiMoN22-5-3	UNS531803	318513	Z3CND24-08
1.4501	X2CrNiMoCuWN25-7-4	UNSS32760	-	Z3CND25.06Az
2.4856	Inconel 625	-	-	-

Tabelle 5.1.3

deva.metal® Gleitlager

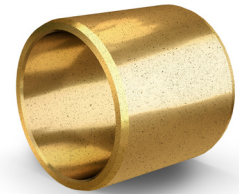
Zylindrische Gleitlager

Herstellungsverfahren

deva.metal® Legierungen werden unter Anwendung von Verfahren der Pulvermetallurgie hergestellt. Daraus resultieren Herstellungseinschränkungen hinsichtlich der Einzel-Bauteillänge und des Breite-/Durchmesserverhältnisses $[B_1/D_2]$. In der Praxis haben sich Werte B_1/D_2 von 0,5 bis 1,0 bewährt. Bei auftretender Kantenbelastung ist ein Verhältnis größer 1 nicht ratsam. Gleitlager mit einem Breiten-/Durchmesserverhältnis $>1,5$ werden nicht empfohlen.

6.1 Empfohlene Standardabmessungen – Buchsen

Der maximal lieferbare Innendurchmesser für zylindrische Gleitlagerbuchsen aus deva.metal® beträgt 560 mm und der Außendurchmesser 600 mm. Tabelle 6.1.1 zeigt fertigungsbezogen typische Lagerabmessungen. Andere Größen erhalten Sie auf Anfrage.



Empfehlung

Empfohlene und herstellbare Toleranzen
siehe Seite 22 und 23

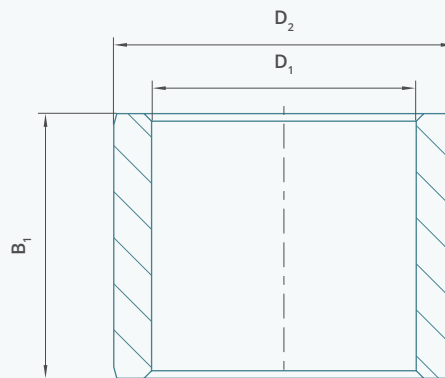


Abbildung 6.1.1

Abmessungstabelle

Auswahl des min. Außendurchmessers $D_{2\text{ min}}$ und der maximal herstellbaren Länge $B_{\text{ max}}$ von deva.metal® Buchsen in Abhängigkeit von der spezifischen Flächenlast p und der Legierung. Für längere Lager ist eine Mehrteilige Lösung aus 2 oder mehr Buchsen möglich

D_1	$D_{2\text{ min}}$				$B_{\text{ max}}$			
	P < 10 MPa	P = 10 – 25 MPa	P = 26 – 50 MPa	p > 50 MPa	101/108/172/175	118	103/105/110/112/ 113/120/123/124/ 126/127/128/129/ 157/162/179/233	Pro/Pro HT
8	12	12	13	14	60	60	60	57
10	14	15	16	16	60	60	60	57
12	17	17	18	19	60	60	60	57
14	19	20	21	21	60	60	60	57
15	20	21	22	23	60	60	60	57
16	22	22	23	24	60	60	60	57
18	24	25	26	26	60	60	60	57
20	26	27	28	29	80	80	60	57
22	29	29	30	31	80	80	60	57
25	32	33	34	35	80	80	60	57
28	35	36	37	39	80	80	60	57
30	38	38	40	41	80	80	60	57
32	40	41	42	43	80	80	60	57
35	43	44	46	47	80	80	60	57
36	44	45	47	48	80	80	60	57
38	47	48	49	50	80	80	60	57
40	49	50	51	53	80	80	60	57
42	51	52	54	55	80	80	60	57
45	54	55	57	58	80	80	60	57
48	58	59	60	62	80	80	60	57
50	60	61	63	64	80	80	60	57
55	65	66	68	70	80	80	60	57
60	71	72	74	75	80	80	60	57
65	76	77	79	81	80	80	60	57
70	82	83	85	87	100	80	76	57
75	87	88	90	92	100	80	76	57
80	93	94	96	98	100	80	76	57
85	98	99	101	103	100	80	76	57
90	103	105	107	109	100	80	76	70
100	114	115	118	120	100	100	76	70
105	119	121	123	125	110	100	76	70
110	125	126	129	131	100	100	76	70
120	135	137	140	142	100	100	76	70
130	146	148	150	153	100	100	76	70
140	157	158	161	164	100	100	76	70
150	167	169	172	174	100	100	76	70
160	178	180	183	185	100	100	76	70
170	188	190	193	196	100	100	76	-
180	199	201	204	207	100	100	76	57
190	209	211	215	218	100	100	76	57

Tabelle 6.1.1

D_1	$D_{2\text{ min}}$				$B_{\text{ max}}$			
	P < 10 MPa	P = 10 – 25 MPa	P = 26 – 50 MPa	p > 50 MPa	101/108/172/175	118	103/105/110/112/ 113/120/123/124/ 126/127/128/129/ 157/162/179/233	Pro/Pro HT
200	220	222	225	228	100	80	76	70
210	230	232	236	239	100	80	76	57
220	241	243	247	250	80	80	76	75
230	251	253	257	260	100	80	76	57
240	262	264	268	271	60	60	60	57
250	272	274	278	282	60	60	60	54
260	283	285	289	292	60	60	60	57
270	293	295	299	303	60	60	60	-
280	304	306	310	313	60	60	60	-
290	314	316	320	324	60	60	60	-
300	324	327	331	335	60	60	60	-
310	335	337	341	345	60	60	60	-
320	345	348	352	356	60	60	60	-
330	356	358	362	366	80	80	60	-
340	366	369	373	377	80	80	60	-
350	376	379	383	387	80	80	60	-
360	387	389	394	398	80	80	60	-
370	397	400	404	408	60	60	60	-
380	408	410	415	419	60	60	60	-
390	418	421	425	429	60	60	60	-
bis 560	Kundenspezifisch auf Anfrage							

Tabelle 6.1.1

6.2 Empfohlene Standardabmessungen – Bundbuchsen



Empfehlung

Empfohlene und herstellbare Toleranzen
siehe Seite 22 und 23

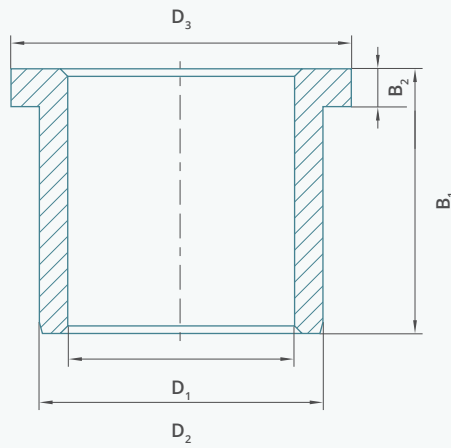


Abbildung 6.2.1

Abmessungstabelle

Auswahl des min. Außendurchmessers $D_{2\min}$ und der maximal herstellbaren Länge B_{\max} von deva.metal® Bundbuchsen in Abhängigkeit von der spezifischen Flächenlast p und der Legierung

D_1	$D_{2\min}$				$D_{3\max}$	Bundbreite B_2	B_{\max}			Pro/Pro HT
	$p < 10$ MPa	$p = 10 - 25$ MPa	$p = 26 - 50$ MPa	$p > 50$ MPa			101/108/172/175	118	103/105/110/112/ 113/120/123/124/ 126/127/128/129/ 157/162/179/233	
8	12	12	13	14	16	3	60	60	60	57
10	14	15	16	16	18	3	60	60	60	57
12	17	17	18	19	24	3	60	60	60	57
14	19	20	21	21	26	3	60	60	60	57
15	20	21	22	23	27	3	60	60	60	57
16	22	22	23	24	28	5	60	60	60	57
18	24	25	26	26	30	5	60	60	60	57
20	26	27	28	29	32	5	80	80	60	57
22	29	29	30	31	34	5	80	80	60	57
25	32	33	34	35	39	5	80	80	60	57
28	35	36	37	39	44	5	80	80	60	57
30	38	38	40	41	46	5	80	80	60	57
32	40	41	42	43	48	5	80	80	60	57
35	43	44	46	47	55	7	80	80	60	57
36	44	45	47	48	57	7	80	80	60	57
38	47	48	49	50	58	7	80	80	60	57
40	49	50	51	53	60	7	80	80	60	57
42	51	52	54	55	62	7	80	80	60	57
45	54	55	57	58	65	7	80	80	60	57
48	58	59	60	62	68	7	80	80	60	57
50	60	61	63	64	75	10	80	80	60	57
55	65	66	68	70	80	10	80	80	60	57
60	71	72	74	75	95	10	80	80	60	57
65	76	77	79	81	100	10	80	80	60	57
70	82	83	85	87	105	10	100	80	75	57
75	87	88	90	92	110	10	100	80	75	57

Tabelle 6.2.1

D_1	$D_{2\min}$				$D_{3\max}$	Bundbreite B_2	B_{\max}			Pro/Pro HT
	$p < 10$ MPa	$p = 10 - 25$ MPa	$p = 26 - 50$ MPa	$p > 50$ MPa			101/108/172/175	118	103/105/110/112/ 113/120/123/124/ 126/127/128/129/ 157/162/179/233	
80	93	94	96	98	120	10	100	80	75	57
85	98	99	101	103	125	10	100	80	75	57
90	103	105	107	109	130	10	100	80	75	57
100	114	115	118	120	150	15	100	80	75	70
105	119	121	123	125	155	15	80	80	60	60
110	125	126	129	131	160	15	80	80	60	60
120	135	137	140	142	165	15	100	80	75	70
130	146	148	150	153	175	15	100	80	75	70
140	157	158	161	164	180	15	100	80	75	70
150	167	169	172	174	210	15	100	100	75	-
160	178	180	183	185	225	15	100	100	75	-
170	188	190	193	196	225	15	80	80	60	-
180	199	201	204	207	240	15	100	80	60	-
190	209	211	215	218	255	15	60	60	60	-
200	220	222	225	228	260	15	60	60	60	57
210	230	232	236	239	270	15	60	60	60	57
220	241	243	247	250	270	15	60	60	60	57
230	251	253	257	260	280	15	60	60	60	57
240	262	264	268	271	280	15	60	60	60	57
250	272	274	278	282	300	15	60	60	60	55
260	283	285	289	292	300	15	60	60	60	55
270	293	295	299	303	335	15	60	60	60	-
280	304	306	310	313	335	15	60	60	60	-
290	314	316	320	324	335	15	60	60	60	-
					bis 600		Kundenspezifisch auf Anfrage			

Tabelle 6.2.1

6.3 Passungen und Oberflächen

deva.metal® Gleitlager werden mit Überdeckung zwischen Gehäuseinnendurchmesser und Lageraußendurchmesser eingepresst. Lageraußen-, Lagerinnen-, Wellen- und Gehäuseinnendurchmesser müssen innerhalb der empfohlenen Toleranzen hergestellt werden, um einen problemlosen Betrieb zu gewährleisten.

Zulässige Passungs- und Toleranzbereiche

Die Abbildung 6.3.1 und Tabelle 6.3.1 stellen die empfohlenen Passungen und Toleranzoptionen dar. Zur Erzeugung von genaueren Passungen nach der Montage (IT7 oder besser) sollte die Fertigbearbeitung nach dem Einbau erfolgen. Dazu kann deva.metal® mit einer Bearbeitungszugabe von 0,15–0,2 mm hergestellt werden. Die Anpassung der Lagertoleranzen an abweichende Wellentoleranzen ist auf Anfrage möglich.

Oberflächenbeschaffenheit von deva.metal®

Gemäß DIN 30910 für Sintermetalle sind wegen der geringen Restporosität und der Festschmierstoffdepots keine Rautiefenangaben nach DIN 4768 bzw. DIN 4771 möglich. Angaben auf unseren Zeichnungen dienen lediglich als Orientierung und zur Einstellung von Prozessparameter in der Fertigung, sind jedoch keine zugesicherten Werte.

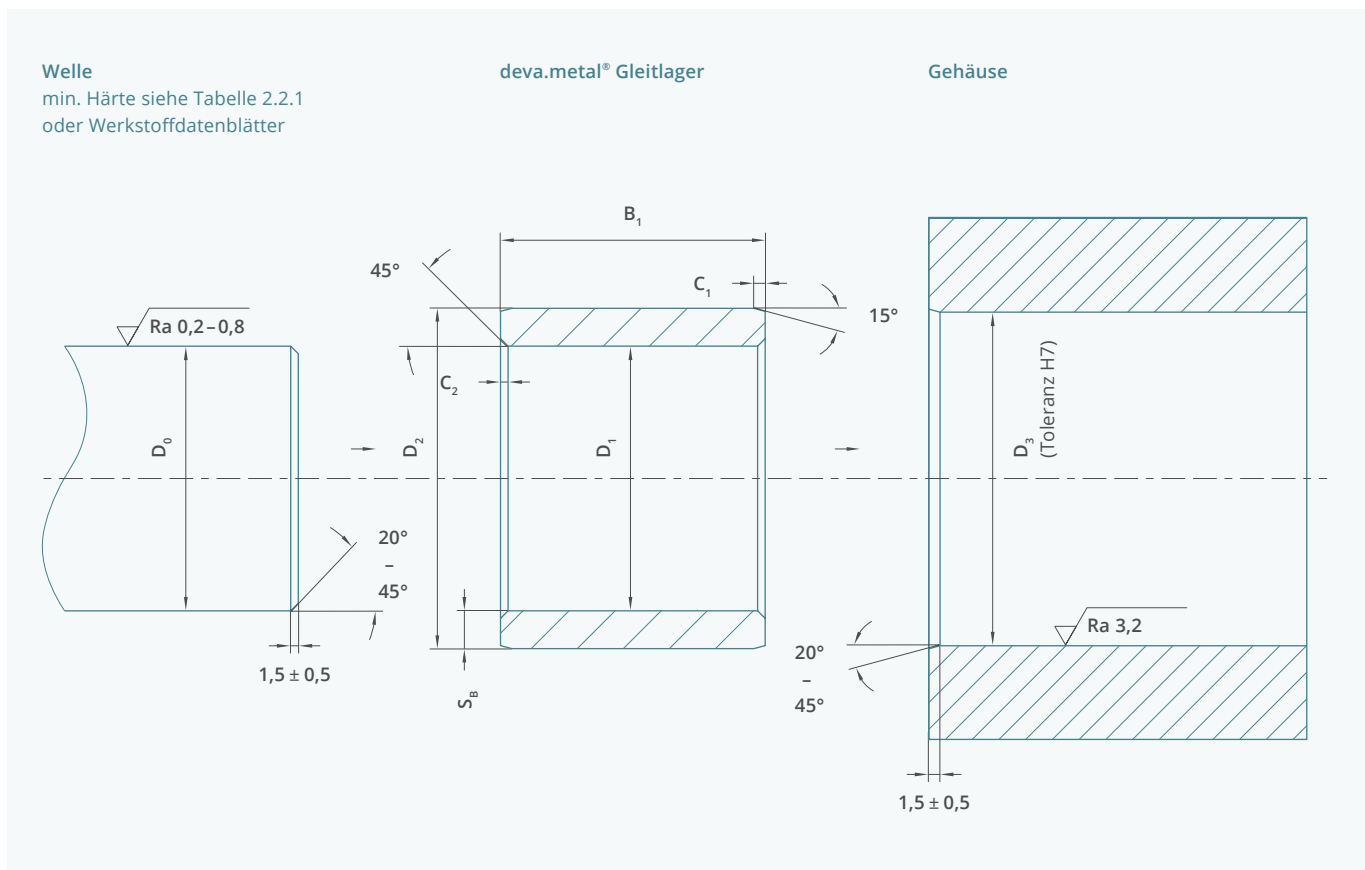


Abbildung 6.3.1

B_1 – Lagerbreite

C_1 – Fasen Außendurchmesser
 C_2 – Fasen Innendurchmesser

D_0 – Wellenaußendurchmesser
 D_1 – Lagerinnendurchmesser
 D_2 – Lageraußendurchmesser

S_B – Wanddicke

Empfohlene Passungs- und Toleranzbereiche

Die Anpassung der Lagertoleranzen an abweichende Wellentoleranzen ist auf Anfrage möglich.

	Betriebstemperatur <100°C		Betriebstemperatur >100°C
	Standard	Präzision*	Kunden-spezifisch
Lageraußendurchmesser	r6 (u6**)	r6 (u6**)	r6 (u6**)
Lagerbohrung (vor Einbau)	C7	D7	Zu ermitteln
Lagerbohrung (nach Einbau)	D8	E8	Zu ermitteln
Welle (D ₀)	h7	h7	Zu ermitteln

Tabelle 6.3.1

Designempfehlungen für kundenspezifische deva.metal® Buchsen

Die Lagerwanddicke muss den Herstellungsmöglichkeiten entsprechen. Zum einen stellen hierzu die Abmessungslisten in Kapitel 6.1 und 6.2 eine Hilfe dar, zum anderen findet sich in Tabelle 6.3.2 die Ermittlung der empfohlenen Mindestwandstärke für deva.metal® Lager unter Berücksichtigung der spezifischen Belastung und des Lagerinnendurchmessers. Für die innere Fase C₂ gilt allgemein: $C_2 = S_B / 5$
Die Tabelle 6.3.3 zeigt die empfohlenen Längen der Einbaufasen am Außendurchmesser.

Wandstärke deva.metal® Gleitlager

Spez. Belastung [MPa]	Empfohlene Mindestwandstärke [mm]
< 10	$\sqrt{0,5 D_1}$
10–25	$\sqrt{0,6 D_1}$
> 25–50	$\sqrt{0,8 D_1}$
> 50	$\sqrt{D_1}$

Tabelle 6.3.2

Empfehlung Länge der Fase C₁

Lagerbreite B ₁ [mm]	Fase C ₁ [mm]
< 10	1,0
10–25	1,5
> 25–50	2,0
> 50–80	3,0
> 80	4,0

Tabelle 6.3.3

deva.metal® Bundgleitlager

Bei deva.metal® Bundgleitlagern muss durch eine Freidrehung am Gehäuse dem Übergangsradius zwischen Flanschrückseite und dem Außendurchmesser des Radialgleitlagers Rechnung getragen werden.

* Für ein verringertes Betriebsspiel

** Für deva.metal® Pro und Pro HT

Betriebsspiel und Press-Sitz

Das erforderliche Betriebsspiel für deva.metal® Lager bei Trockenlauf wird von der spezifischen Betriebstemperatur bestimmt und muss unbedingt eingehalten werden, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten. Trockenlaufgleitlager benötigen im Allgemeinen ein etwas größeres Laufspiel als fremdgeschmierte Gleitlager. Der Lagerinnendurchmesser wird mit Fertigmaß hergestellt. Es ist zu beachten, dass sich der Lagerinnendurchmesser beim Einpressen ins Gehäuse verkleinert. Durch das Einpressen des Gleitlagers in das Gehäuse verringert sich der Innendurchmesser des Lagers um ca. 75% bis 95% des Ist-Übermaßes der Presspassung am Außendurchmesser. deva.metal® Gleitlager werden so hergestellt, dass eine Fertigbearbeitung für den normalen Einbaufall nach der Montage nicht erforderlich ist. Die eintretende Verengung wird bereits bei der Herstellung berücksichtigt.

Der ausreichende Festsitz eines Lagers hängt von dessen Wanddicke und den Betriebsbedingungen ab. Bei Dauerbetrieb über 150°C oder bei der Aufnahme von Axialkräften sind die Lager zusätzlich (siehe Abbildung 6.4.1) mechanisch gegen Verschieben bzw. Verdrehen zu sichern.

Wärmeausdehnung

Viele deva.metal® Anwendungen liegen im Bereich höherer Temperaturen. Bei der Auslegung über 100°C sind deshalb zu berücksichtigen

- Wärmeausdehnung des Gehäuses
- Wärmeausdehnung des deva.metal® Lagers
- Wärmeausdehnung der Welle, die resultierenden Einflüsse auf Festsitz der Lager im Gehäuse und das Spiel zwischen Lager und Welle
- Potenzielles Kornwachstum

Ermittlung des Laufspieles ab 100°C

Für die Auslegung des Laufspieles über 100°C kontaktieren Sie unsere technischen Berater. Wir bitten Sie hierzu folgende Informationen bereitzustellen:

- Material des Gehäuses
- Material der Welle
- Betriebstemperatur (konstant oder wechselnd?)

Mechanische Sicherung von deva.metal® Gleitlager für >150°C

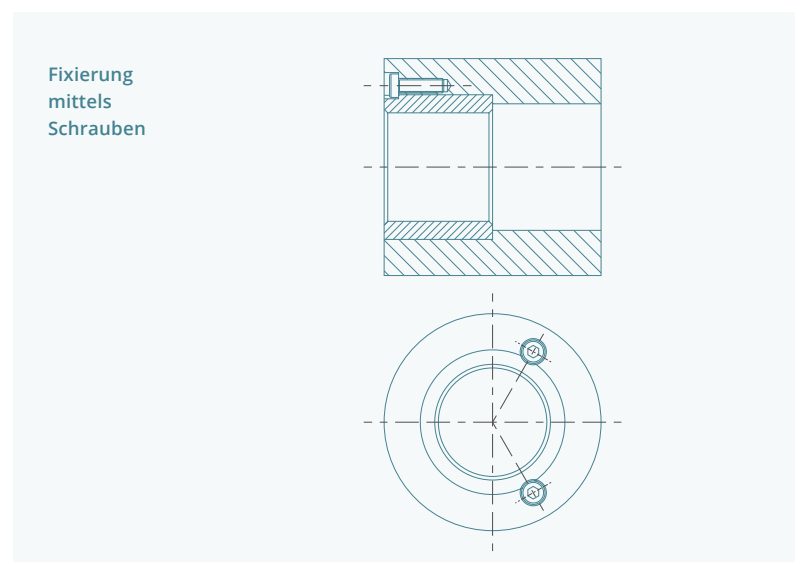


Abbildung 6.4.1

6.4 Nachbearbeitung

deva.metal® Gleitlager werden als fertig bearbeitete Teile ausgeliefert. Die Standardtoleranzen reichen für die meisten Anwendungsfälle aus. In Fällen, bei denen eine geforderte Genauigkeit nur durch Nacharbeit im eingebauten Zustand erzielt werden kann, können deva.metal® Gleitlager mechanisch nachgearbeitet werden. Dies gilt auch für das Einbringen von Haltenuten oder ähnlichem. Richtlinien zur Bearbeitung von deva.metal® Werkstoffen sind in der DEVA® Werknorm DN 0.37 festgelegt und werden auf Wunsch gerne zugeschickt. deva.metal® zählt auf Grund seiner Zusammensetzung zu den Gefahrenstoffen. Bei der Bearbeitung müssen die gesetzlichen Bestimmungen eingehalten werden. Details siehe auch Abschnitt spanende Bearbeitung.

6.5 Einbau mittels Einpressen

Einpressen ist eine universell anwendbare Einbaumethode für deva.metal® Buchsen. deva.metal® Radialgleitlager können mit einer Schraubenpresse oder einer Hydraulikpresse montiert werden. Dabei ist auf eine zentrische Einleitung der Montagekraft zu achten. Siehe hierzu auch Abb. unten, Einbau durch Einpressen. Als Einbauunterstützung wird empfohlen einen Einpressdorn zu verwenden.

Eintreiben mittels Hammer ist nicht zulässig, da dies zu einer Beschädigung des deva.metal® Gleitlagers führen kann.

Einbaubeschreibung

- Ein leichtes Einölen der Gehäusebohrung unterstützt den Einbau und schützt die Bauteile vor Fressen
- Den Einpressdorn in die Buchse einführen und auf der Gehäusebohrung positionieren
- Die Kraft muss gleichmäßig über den Einpressdorn auf das Gleitlager aufgebracht werden, um ein Verkanten zu vermeiden

Gerne stellen wir Ihnen weitere Informationen und Unterlagen in Bezug auf die Gleitlagermontage zur Verfügung. Bitte sprechen Sie uns an!

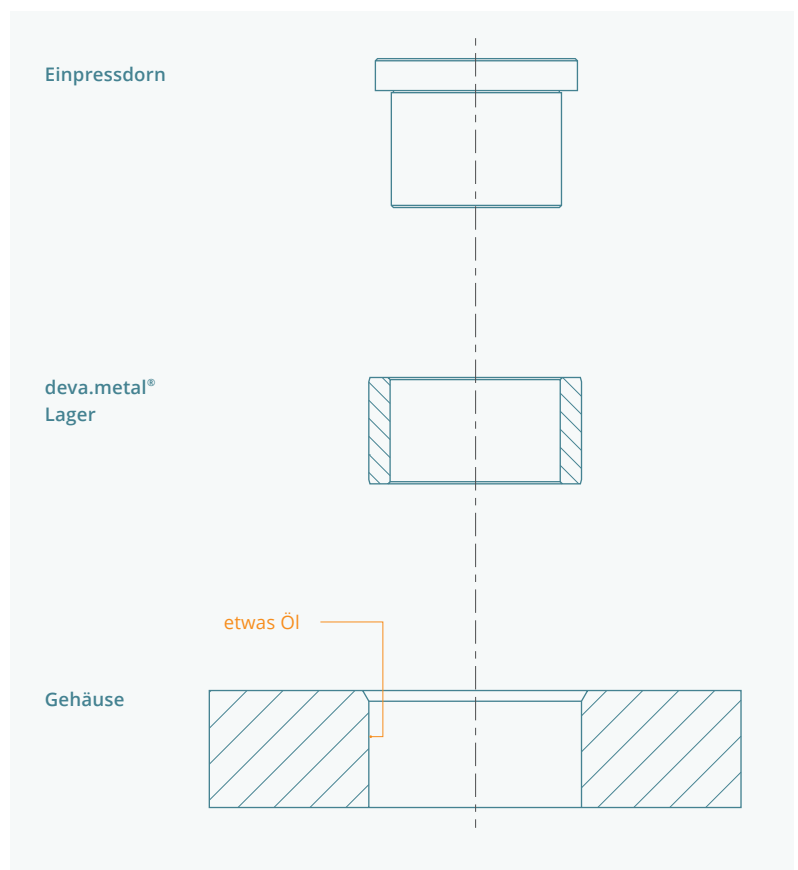


Abbildung 6.5.1

6.6 Einbau durch Unterkühlen (nur Bronze-Legierungen)

Die Einbaumethode des Unterkühlens ist nur für deva.metal® Bronzelegierungen zulässig. Bei allen anderen deva.metal® Legierungen kann es durch die Unterkühlung zu Gefügeveränderungen kommen, die die maßliche Stabilität beeinträchtigt oder das Werkstoffverhalten verändert. Um zu überprüfen, ob Unterkühlung des Lagers die richtige Einbaumethode ist, muss das Schrumpfmaß (s) berechnet werden. Es errechnet sich nach folgender Gleichung:

$$s = n \times \alpha_1 \times \Delta T \times D \text{ mm}$$

Ermittlung α_1

$$\alpha_1 \text{ (für Trockeneis)} = 0,83 \times \alpha$$

$$\alpha_1 \text{ (für Stickstoff)} = 0,77 \times \alpha$$

Schrumpfmaße

Das nachfolgende Diagramm dient zur schnellen Abschätzung des Schrumpfmaßes abhängig vom Kühlmedium. Die Kurven gelten für einen Wärmeausdehnungskoeffizienten von $\alpha = 18 \times 10^{-6} \text{ 1/K}$

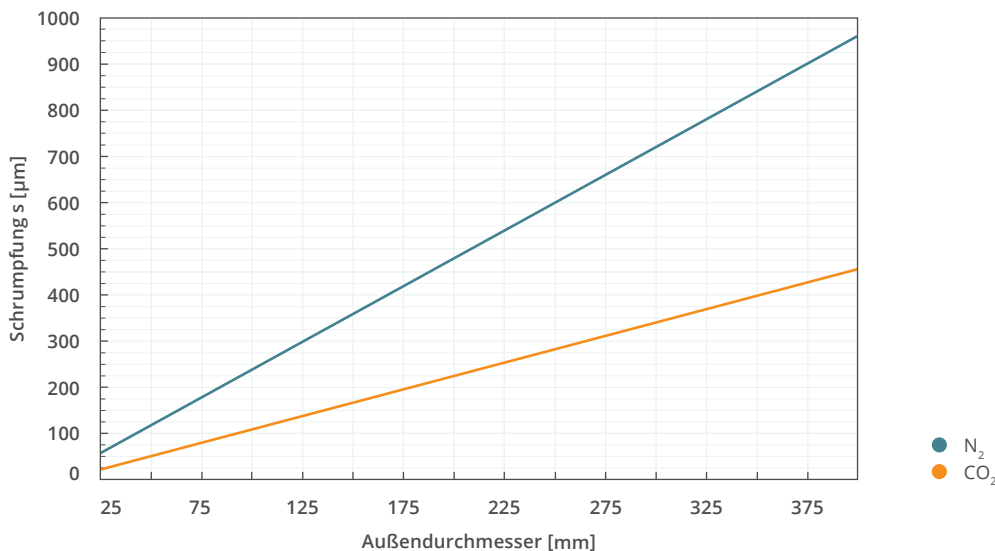


Diagramm 6.6.1

Die unterkühlten Teile lassen sich ohne Kraftaufwand in die Aufnahmebohrung einsetzen. Insbesondere bei großen Teilen ist auf eine saubere Fluchtung der zu montierenden Teile bei der Montage zu achten.

Trockeneis als auch flüssiger Stickstoff werden den Gefahrstoffen zugeordnet. Wir weisen in diesem Zusammenhang ausdrücklich auf den Umgang mit Gefahrgutstoffen hin. Um eine gleichmäßige Durchkühlung zu erreichen, sollte Trockeneis auf etwa Walnussgröße zerkleinert werden. Bei Verwendung von flüssigem Stickstoff sollten die Gleitlager komplett eingetaucht werden. Der erforderliche Zeitbedarf für die vollständige Durchkühlung der Lager beträgt zwischen 0,5 bis 2 Stunden in Abhängigkeit vom Volumen der zu kühlenden Teile und des Kühlmediums.

ΔT = Temperaturunterschied [K]

s = Schrumpfmaß [mm]

D = Außendurchmesser des Lagers [mm]

α = Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient [1/K]

α_1 = Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient für Tieftemperatur [1/K]

n = 0,8 ist ein Erfahrungswert für die Berücksichtigung des Wärmeübergangs und der Erwärmung des Lagers während des Handlings

deva.metal® Gleitlager

Gleitplatten und Segmente

7.1 Abmessungen deva.metal® Gleitstopfen und -platten

deva.metal® kann grundsätzlich in beinahe jeder Form hergestellt werden. Dennoch unterliegt es als Sinterwerkstoff fertigungstechnischen Begrenzungen. Die empfohlenen Maximalgrößen für zylindrische Stopfen liegen bei 280 mm Durchmesser und 100 mm Länge, für Platten 125 mm Breite, 220 mm Länge und 55 mm Dicke. Genaue Abmessungen auf Anfrage.



7.2 Einbau von Gleitplatten, Segmenten und Anlaufscheiben allgemein

deva.metal® Gleitplatten, Segmente und Anlaufscheiben sollen wenn möglich durch eine mechanische Befestigung, wie z.B. Kammerung (Abb. 7.2.3) fixiert werden. Sofern keine Gehäuseeindrehung bzw. Gehäusekammerung möglich ist, können alternative Befestigungsmöglichkeiten verwendet werden.

Alternative Befestigungsmöglichkeiten

- Haltestifte
- Standardschrauben
- Mit DEVA® Sonderschrauben
- Durch Kleben
- Löten

Zu Beachtung

- Haltestifte tief genug von der Lauffläche entfernt anordnen, damit bis zur Verschleißgrenze keine Berührung stattfinden kann
- Ansenkungen für Halteschrauben tief genug ausführen, damit bis zur Verschleißgrenze keine Berührung stattfinden kann
- Beim Klebevorgang Lauffläche abdecken, um Verschmutzung durch den Kleber zu vermeiden. Die Bearbeitungshinweise der Kleberhersteller sind in diesem Falle unbedingt zu befolgen
- Sicherstellen, dass der Scheibennendurchmesser bei Anlaufscheiben nach der Montage die Welle nicht berührt
- Bei Einsatz von deva.metal® Platten in Gleitführungen bei erhöhten Temperaturen ist der größere Ausdehnungskoeffizient von deva.metal® gegenüber Stahl zu beachten. Das Laufspiel ist entsprechend zu dimensionieren

Befestigung von deva.metal® Anlaufscheiben

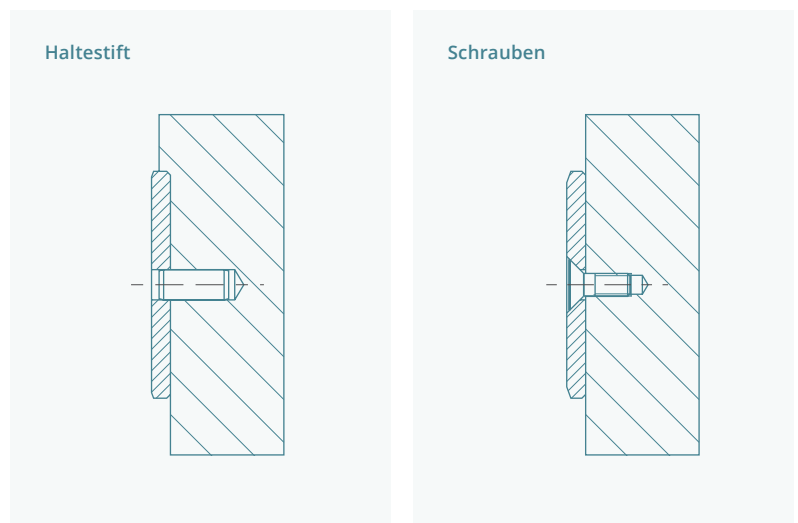


Abbildung 7.2.1

Abbildung 7.2.2

Kammerung

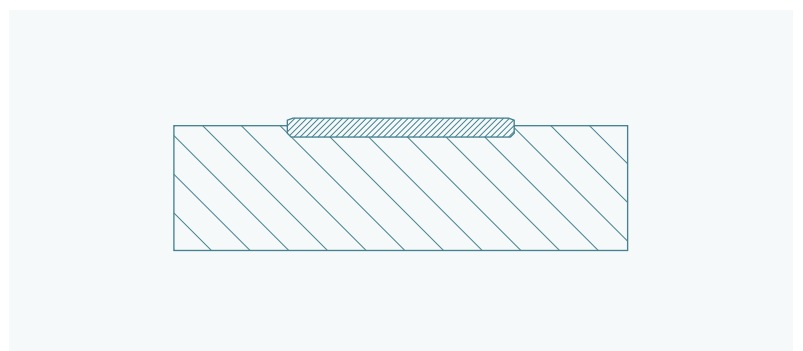


Abbildung 7.2.3

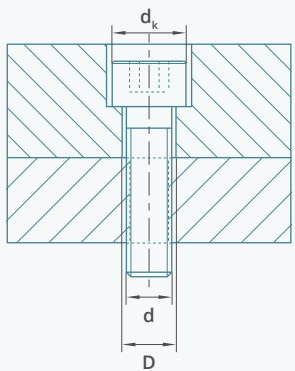
7.3 Einbau von Gleitplatten mittels Standardschrauben

Unter Einbeziehung der maximalen statischen Belastbarkeit $p_{stat/max}$ des jeweiligen deva.metal® Werkstoffs kann die maximal zulässige Flächenpressung unter dem Schraubenkopf oder einer Unterlegscheibe gemäß der untenstehenden Formel berechnet werden.

$$M_{A/max} = p_{stat/max} \times A_{Kontakt} \times (0,16 \times P + \mu_{ges} \times 1,5 d_2)$$

Beispiel 1

Verschraubung deva.metal mit M8 Schraube nach DIN 912/ISO 4762

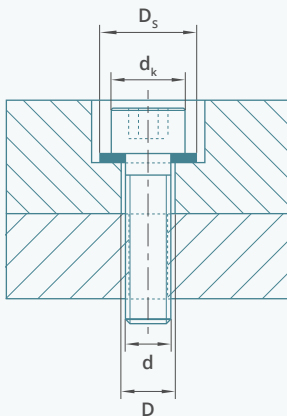


$d_k = 13 \text{ mm}$
 $d_2 = 7,19 \text{ mm}$
 $P = 1,5 \text{ mm}$
 $D = 9 \text{ mm}$
 $A_{Kontakt} = (d_k - D)^2 \pi / 4 = (13^2 - 9^2) \pi / 4 = 69 \text{ mm}^2$
 $p_{stat/max} = 200 \text{ N/mm}^2$ (für deva.metal® 101)
 $\mu_{ges} = 0,1$
 $M_{A/max} = (p_{stat/max} \times A_{Kontakt}) \times (0,16 \times P + \mu_{ges} \times 1,5 d_2)$
 $= (200 \text{ N/mm}^2 \times 69 \text{ mm}^2) \times (0,16 \times 1,5 \text{ mm} + 0,1 \times 1,5 \times 7,19 \text{ mm}) = 18,195 \text{ Nmm}$
 $= 18,2 \text{ Nm}$

Abbildung 7.3.1

Beispiel 2

Verschraubung deva.metal® mit M8 und Unterlegscheibe nach DIN125/ISO 1789



$D_s = 16 \text{ mm}$
 $d_2 = 7,19 \text{ mm}$
 $P = 1,5 \text{ mm}$
 $D = 9 \text{ mm}$
 $A_{Kontakt} = (D_s^2 - D^2) \pi / 4 = (16^2 - 9^2) \pi / 4 = 137 \text{ mm}^2$
 $p_{stat/max} = 200 \text{ N/mm}^2$ (für deva.metal® 101)
 $\mu_{ges} = 0,1$
 $M_{A/max} = (p_{stat/max} \times A_{Kontakt}) \times (0,16 \times P + \mu_{ges} \times 1,5 d_2)$
 $= (200 \text{ N/mm}^2 \times 137 \text{ mm}^2) \times (0,16 \times 1,5 \text{ mm} + 0,1 \times 1,5 \times 7,19 \text{ mm}) = 36168 \text{ Nmm}$
 $= 36,2 \text{ Nm}$

Abbildung 7.3.2

Verschraubung

Wir empfehlen die Schrauben mit „Loctite 243“ für mittelfeste oder „Loctite 278“ für hochfeste Schraubensicherung einzukleben. Die Temperatur-Einsatzgrenzen und Verarbeitungshinweise des Herstellers sind zu beachten.

$M_{A/max}$	max. zulässiges Schraubenanzugsmoment [Nm]
$p_{stat/max}$	max. stat. Belastbarkeit der gewählten deva.metal® Legierung [N/mm ²]
$A_{Kontakt}$	Kontaktfläche zwischen Schraubenkopfauflege und deva.metal® Bauteil [mm ²]
μ_{ges}	Gesamtreibwert (Gewinde und Schraubenkopf auf deva.metal® = 0,1)

d	Schraubendurchmesser
d_k	Schraubenkopfdurchmesser
d_2	Gewindeflankendurchmesser [mm]
P	Gewindesteigung [mm]
D_s	Durchmesser Unterlegscheibe
D	Bohrung im deva.metal®

7.4 Einbau von Gleitplatten mittels Sonderschrauben

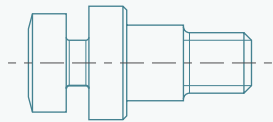
Der Einbau erfolgt mittels DEVA® Sonderschrauben nach DEVA® Werknorm DN 0.34.

Sonderschrauben sind erhältlich in M8, M10 und M12.

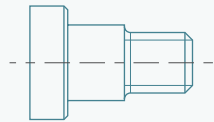
Die Verbindung zwischen deva.metal® und Tragteil muss in einer Aufspannung erfolgen.

Nähere Informationen erhalten Sie durch unsere Techniker.

DEVA® Sonderschraube vor der Montage



DEVA® Sonderschraube nach der Montage



DEVA® Sonderschraube nach der Montage

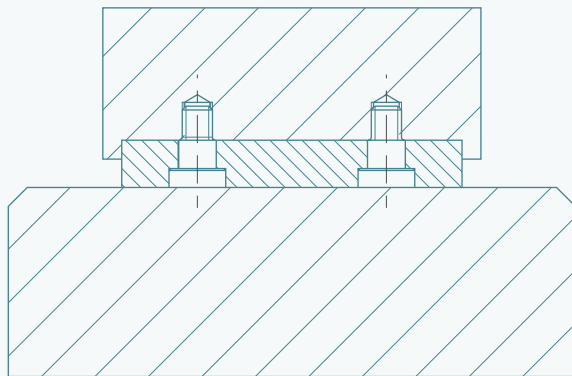


Abbildung 7.4.1

deva.metal® Gleitlager

Chemische Beständigkeit

deva.metal® und verschiedene Medien

Die folgende Tabelle gibt Hinweise über die chemische Beständigkeit der deva.metal® Legierungen. Es wird empfohlen, das tatsächliche Verhalten einer ausgewählten deva.metal® Legierung durch betriebsnahe Versuche zu belegen.

Medium/ chemische Substanz	Konzentration [%]	Temperatur [°C]	deva.metal® Bronzeleg.	deva.metal® Eisenlegierungen			deva.metal® Nickellegierungen			deva.metal® Rostfreier Stahl	
			101-117	118/119	120/121	122/123	124	126/233	127	128	129
Starke Säuren											
Salzsäure	5	20	○	×	○	×	×	○	×	●	×
Fluorwasserstoffsäure	5	20	○	○	×	×	●	●	○	●	×
Salpetersäure	5	20	×	×	×	×	×	×	×	●	×
Schwefelsäure	5	20	●	×	○	×	○	●	×	●	×
Phosphorsäure	5	20	●	×	×	×	●	○	○	●	○
Schwache Säuren											
Essigsäure	5	20	●	×	×	×	×	●	●	●	●
Ameisensäure	5	20	●	×	×	×	×	●	●	●	●
Borsäure	5	20	●	×	×	×	●	●	●	●	●
Zitronensäure	5	20	●	○	○	○	●	●	●	●	●
Basen											
Ammoniak	10	20	×	●	●	●	●	●	●	●	●
Kaliumhydroxid	5	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Natriumhydroxid	5	20	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Lösungsmittel											
Aceton		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Tetrachlorkohlenstoff		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ethylalkohol		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ethylacetat		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ethylchlorid		20	●	×	×	×	●	●	●	●	●
Glyzerin		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Salze											
Ammoniumnitrat			×	○	○	○	●	×	●	●	●
Kalziumchlorid			●	●	●	●	●	●	●	●	●
Magnesiumchlorid			●	○	○	○	●	○	○	●	●
Magnesiumsulfat			●	○	○	○	●	○	○	●	●
Natriumchlorid			●	○	○	○	●	●	●	●	●
Natriumnitrat			●	●	●	●	●	●	●	●	●
Zinkchlorid			×	×	×	×	●	×	○	●	●
Zinksulfat			●	○	○	○	●	×	○	●	●

Tabelle 8.1.1

Medium/ chemische Substanz	Konzentration [%]	Temperatur [°C]	deva.metal® Bronzeleg.		deva.metal® Eisenlegierungen			deva.metal® Nickellegierungen			deva.metal® Rostfreier Stahl	
			101 - 117		118/119	120/121	122/123	124	126/233	127	128	129
Gase												
Ammoniakgas			○	●	●	●	●	×	○	○	●	●
Chlorgas			×	×	×	×	／	○	×	×	×	×
Kohlendioxid			●	○	○	○	○	×	○	○	●	●
Fluor			×	○	○	○	○	○	○	○	●	●
Schwefeldioxid			●	×	×	×	○	○	○	○	●	●
Schwefelwasserstoff			○	×	×	×	○	●	○	○	●	●
Stickstoff			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Wasserstoff			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Schmier-/Kraftstoffe												
Paraffin		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Benzin		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Heizöl		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Diesel		20	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mineralöl		70	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HFA - ISO46		70	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Öl-Wasser-Emulsion												
HFC - Wasser-Ethylen		70	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HFD - Phosphatester		70	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Andere												
Wasser		20	●	●	×	×	●	●	●	●	●	●
Seewasser		20	●	×	×	×	●	●	●	●	●	●
Harz			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Kohlenwasserstoff			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Tabelle 8.1.1

- Widerstandsfähig
- Bedingt widerstandsfähig, abhängig von Umgebungsbedingungen
- × Nicht empfehlenswert
- ／ Keine verfügbaren Daten

deva.metal® Gleitlager

Konstruktionsbeispiele und Anwendungen

9.1 Nuten

Das Trockenlaufverhalten von deva.metal® wird durch Nuten in der Lauffläche verbessert. Sie führen Betriebsverschleißpartikel und Schmutz von der Lagerstelle ab. Die untenstehenden Zeichnungen zeigen zwei mögliche Ausführungsformen.

deva.metal® spiralförmig angeordnete Reinigungsuten

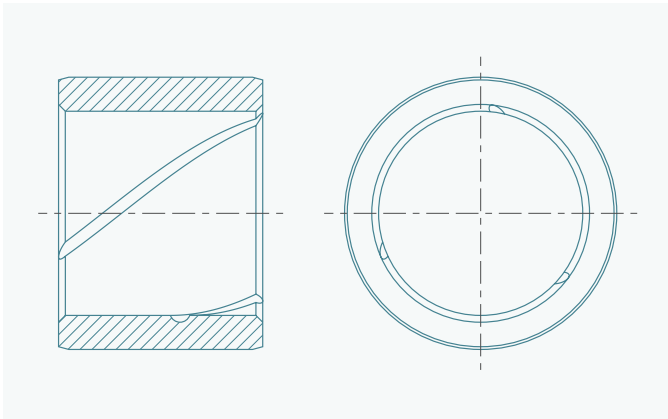


Abbildung 9.1.1

deva.metal® rautenförmig angeordnete Reinigungsuten

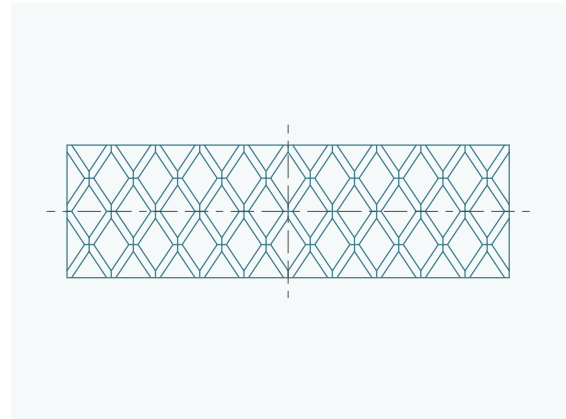


Abbildung 9.1.2

9.2 Beispiele für Sonderkonstruktionen

deva.metal® Mittellagerung für Förderschnecke

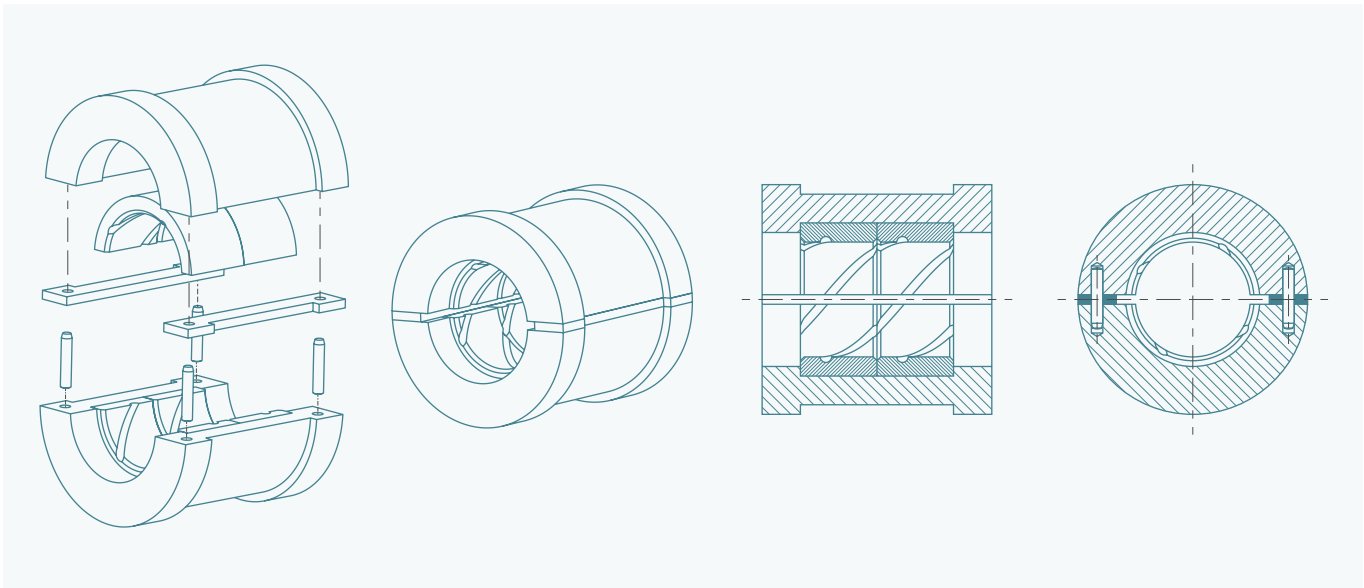


Abbildung 9.1.3

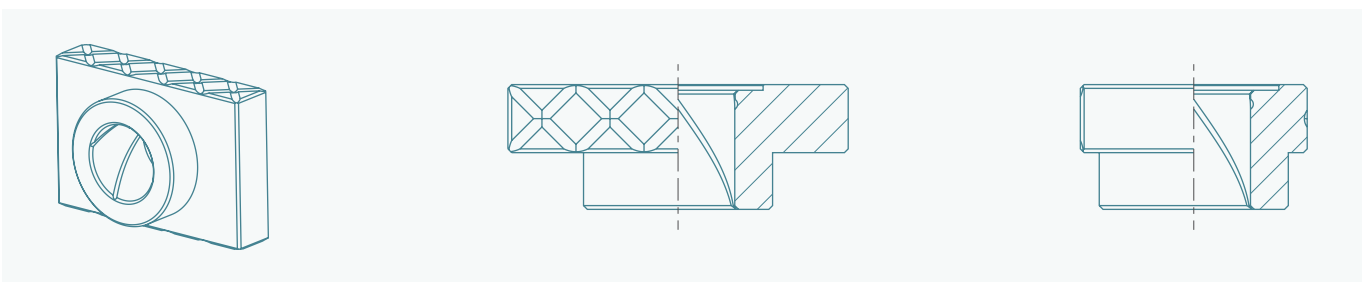
deva.metal® Gleitstein

Abbildung 9.1.4

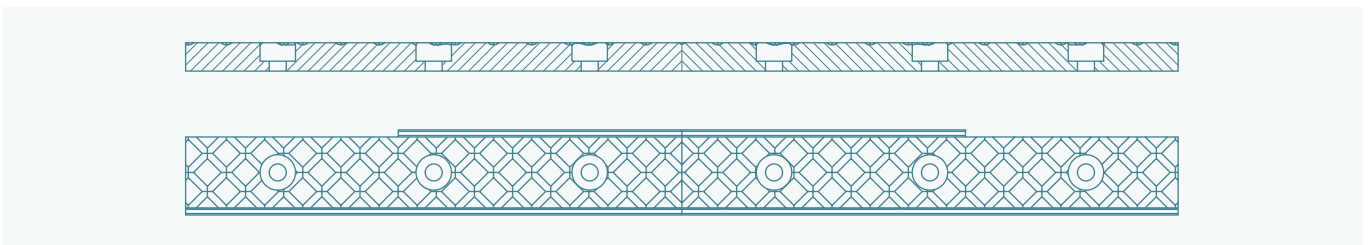
deva.metal® Gleitleiste

Abbildung 9.1.5

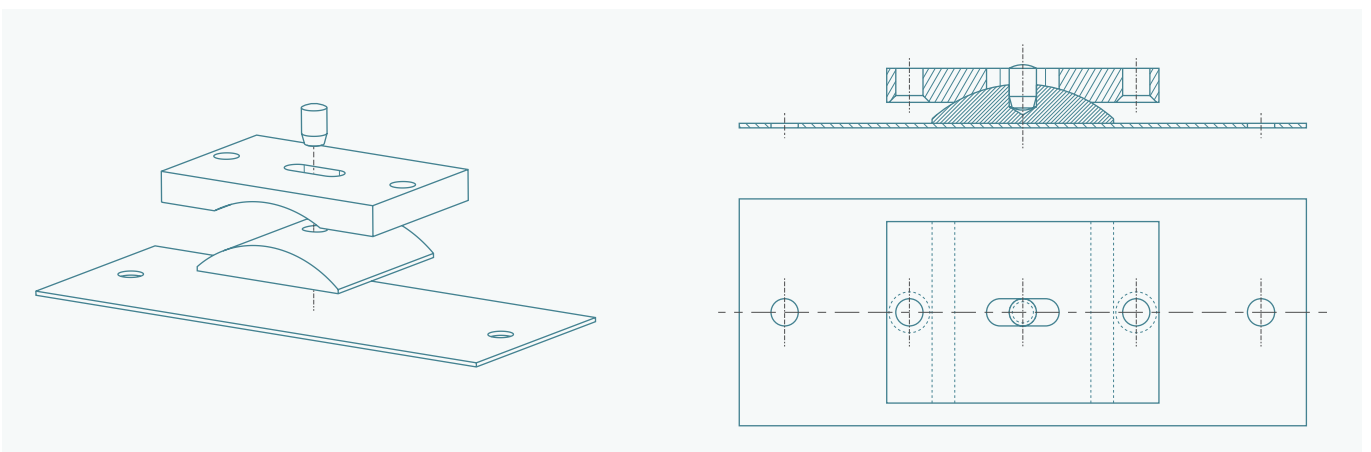
deva.metal® Winkelausgleichsstück

Abbildung 9.1.6

deva.metal® Gleitlager

Daten zur Auslegung von DEVA® Gleitlagern

Persönliche Daten

Firmenname _____

Adresse _____

Kontaktperson _____

Telefon _____

Fax _____

Mobil-Telefon _____

Email _____

Projektnummer _____

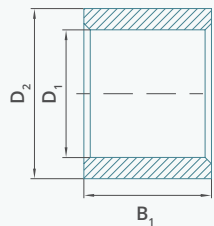
Beschreibung der Anwendung

- Neukonstruktion
- bestehende Konstruktion
- Stahlindustrie
- Windenergie
- Gummi- und Kunststoffindustrie
- Dampf- und Gasturbinen
- Offshore und Marine
- Heavy-duty-Fahrzeuge
- Eisenbahn
- Hydro Power
- Andere

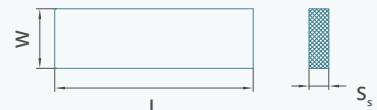
Lagerart

- Welle dreht
- Gleitlager dreht
- Winkelbewegung
- Axialbewegung

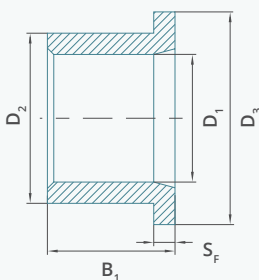
Gleitlager



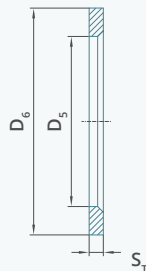
Gleitplatte



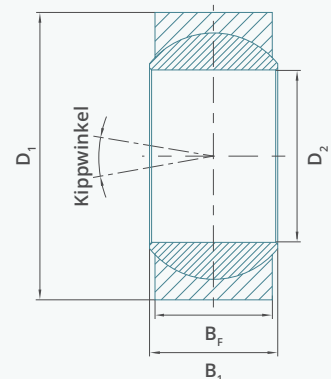
Bundgleitlager



Anlaufscheibe



- Gelenklager
- Loslager
- Festlager



	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3
Menge			
Abmessungen [mm]			
Innendurchmesser D_1 (D_5)			
Außendurchmesser D_2 (D_6)			
Lagerbreite B_1			
Außenringbreite B_f			
Bundaußendurchmesser D_3			
Bunddicke S_f			
Wanddicke S_r			
Plattenlänge L			
Plattenbreite W			
Plattendicke S_s			
Belastung			
Statisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dynamisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wechselnd	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stoßartig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Radiallast [kN]			
Axiallast [kN]			
Flächenpressung			
Radial [MPa]			
Axial [MPa]			
Gegenwerkstoff			
Werkstoff-Nr./-Typ			
Härte [HB/HRC]			
Rauheit R_a [μm]			
Gehäusewerkstoff			
Werkstoff-Nr./-Typ			

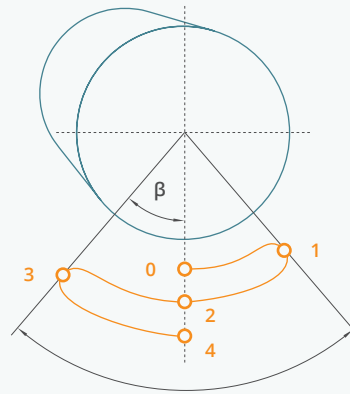
	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3
Schmierung			
Trockenlauf	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dauerschmierung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mediumschmierung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Medium			
Schmierstoff			
Einbauschmierung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hydrodynamische Schmierung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dynamische Viskosität			
Bewegung			
Drehzahl [rpm]			
Gleitgeschwindigkeit [m/s]			
Hublänge [mm]			
Doppelhübe [/min]			
Rotationswinkel [°]			
Frequenz [n/min]			
Kippwinkel (Gelenklager) [°]			
Betriebszeit			
Dauerbetrieb			
Zeitweiliger Betrieb			
Einschaltdauer [%/h]			
Tage/Jahr			
Reibweg [km]			
Passungen/Toleranzen			
Welle			
Lageraufnahme			
Umgebungsbedingungen			
Temperatur am Lager			
Kontaktmedium			
Andere Einflüsse			
Lebensdauer			
Gewünschte Betriebszeit [h]			
Zulässige Verschleißgröße [mm]			

Winkel

Der Winkel β wird definiert durch die Bewegung von der Mittellage zu einem Endpunkt.

Zyklus

Ein Zyklus ist vier Mal der Winkel β . Darauf basiert die Kalkulation des erwarteten Reibweges.

**Beispiel**

Buchse $D_1 = 50 \text{ mm}$ und Winkel $\beta = 5^\circ$
1 Zyklus hat einen Reibweg von $8,73 \text{ mm}$

Haftungsausschluss

Diese technische Dokumentation wurde mit Sorgfalt erstellt und alle Angaben auf Richtigkeit überprüft. Für etwaige fehlerhafte oder unvollständige Angaben kann jedoch keine Haftung übernommen werden. 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. Die von uns genannten oder in Katalogen sowie unseren sonstigen technischen Unterlagen erwähnten Gleitreibungs- und Verschleißwerte sind keine zugesicherten Eigenschaften. Sie wurden auf unseren Prüfständen unter Bedingungen ermittelt, die nicht mit der unmittelbaren Anwendung unserer Produkte und ihrer Anwendungsumgebung übereinstimmen müssen und darauf bezogen nicht umfassend simuliert werden können. Zusicherungen erklären wir nur nach schriftlicher Vereinbarung aller maßgebenden Forderungsmerkmale an das Produkt, sowie der Prüfverfahren und -parameter. Für alle Geschäfte, die durch DEVA® abgewickelt werden, gelten unsere 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. DEVA® behält sich das Recht vor, Änderungen der Spezifikation oder Verbesserungen der technologischen Daten ohne vorherige Ankündigung durchzuführen.

DEVA®, deva.bm®, deva.bm®/9P, deva.metal®, deva.glide®, deva.tex®, deva.eco® und deva.ThrustSeal® sind eingetragene Marken der Federal-Mogul DEVA GmbH, D-35260 Stadallendorf, Deutschland.



Federal-Mogul DEVA GmbH
A Tenneco Group Company

Schulstraße 20
35260 Stadtallendorf
Germany

Phone + 49 6428 701-0
Fax + 49 6428 701-108
deva.sales@tenneco.com

deva.de
Wartungsfreie, selbstschmierende Gleitlager

© 2023 Tenneco Inc. All rights reserved.
All trademarks are owned by Tenneco Inc. or one
of its subsidiaries, in one or more countries.

tenneco.com