



Ulrich Traude
Gleitlager und -elemente

Technische Unterlagen Sinterlager



Hoher Qualitätsstandard

Für unterschiedlichen industriellen Einsatz

Standard-Abmessungen ständig ab Lager

Fertigung nach Kundenspezifikationen



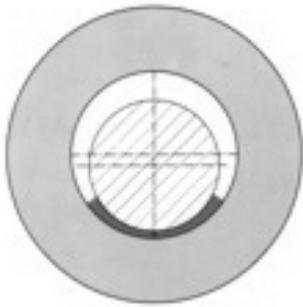
Inhaltsverzeichnis

Strömungsdynamik der Gleitlager in Funktion	3
Berechnungsmethode für Gleitlager	4
Eintreiben von zylindrischen Gleitlagern	5
Toleranzen	6
Kompatibilität der Toleranzen von SELFOIL-Gleitlagern	7
Montagemöglichkeiten	8
Empfehlungen für die Qualitätskontrolle	9
Empfehlungen für die mechanische Bearbeitung von gesintertem Bronze	10
Schmierstoffe und zusätzliche Schmierung	11
Eingesetzte Werkstoff bei SELFOIL-Gleitlagern	12

Die Angaben in dieser Dokumentation wurden mit größter Sorgfalt auf ihre Richtigkeit geprüft.
Für eventuelle fehlerhafte oder unvollständige Angaben kann keine Haftung übernommen werden.



Strömungsdynamik der Gleitlager in Funktion



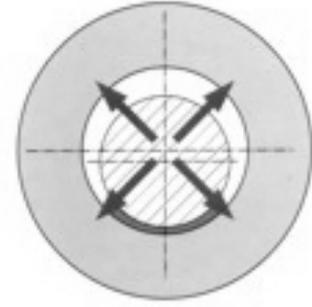
KAPILLARE POROSITÄT 1. Im Stillstand

Ca. 25% der porösen Struktur eines Gleitlagers ist mit einem sehr schmierfähigen Öl imprägniert.



SCHMIERFILM 2. In Rotation

Durch die Bewegung der Achse entsteht eine Verdichtung des Öles; hierbei entsteht ein "Schmierfilm".



ZURÜCKGEWONNENES ÖL 3. Stillstand

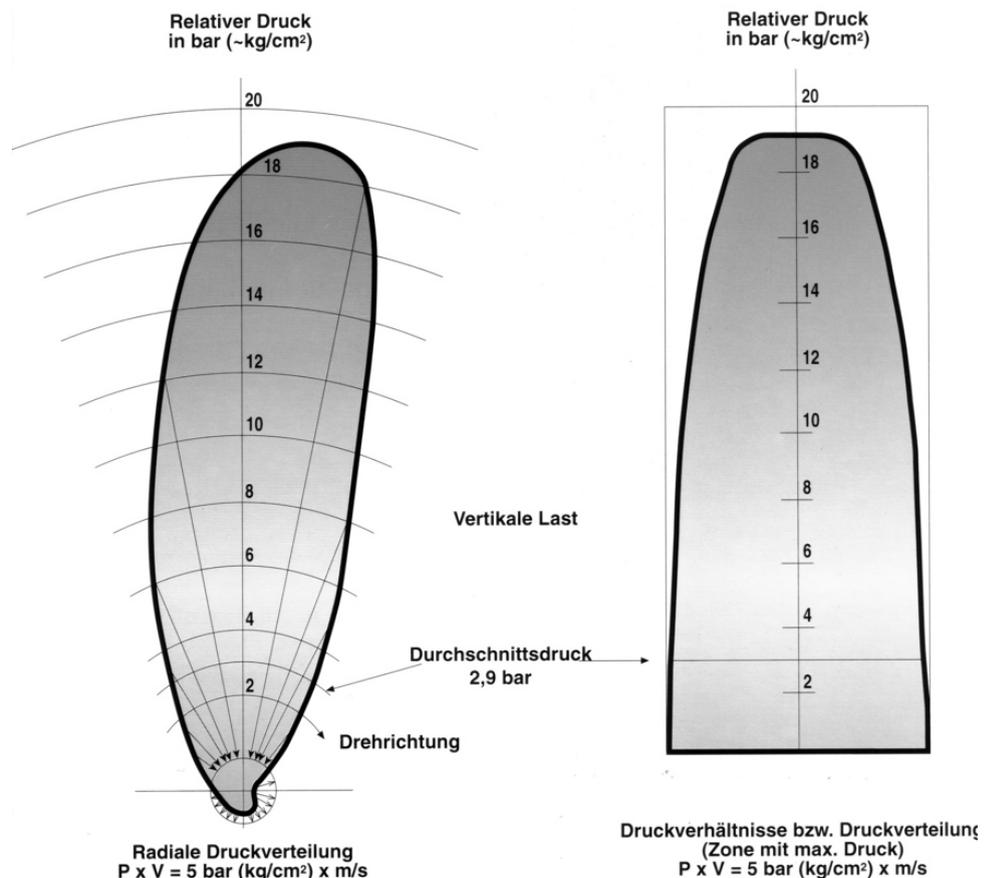
Bei Stillstand der Welle, wird durch die Kapillarwirkung der Poren, das Öl das sich nun auf der Welle befindet wieder in das Gleitlager zurückgewonnen.

FUNKTIONSWEISE EINES SELBSTSCHMIERENDEN GLEITLAGERS

In dem Moment in dem sich eine Welle (Achse) in einem Gleitlager bewegt, entsteht ein Schmierfilm, der sich im Spiel der beiden Komponenten bildet. In der Zone in der keine Last existiert, entsteht eine Abnahme der Verdichtung, während in der Zone in der eine Last existiert eine Zunahme der Verdichtung stattfindet. Das Diagramm (rechts) zeigt die Verteilung von radialen Drücken im gesamten Gleitlager bei folgenden Werten: $P \times V = 5 \text{ bar} \times \text{m/s}$ bei einer Welle von 25 mm Durchmesser und einer Drehgeschwindigkeit von 3000 U/min.

Das Öl "fließt" an der Welle entlang, während sich eine bestimmte Menge des Schmiermittels aufgrund der Porosität des Gleitlagers, an dessen max. Last- bzw. Druckstelle in das Gleitlager eindringt. Hierbei entsteht ein kleiner Ölkreislauf aufgrund der Porosität des Gleitlagers.

An den beiden Enden des Gleitlagers entsteht ein "Ölring" der bei Stillstand der Welle durch die Kapillarwirkung des Gleitlagers von diesem reabsorbiert wird.





Berechnungsmethode für Gleitlager

Zwei wichtige Parameter bestimmen die Definition eines selbstschmierenden Gleitlagers.

- Die "lineare" Geschwindigkeit der Welle.
- Die jeweilige Last.

Das PV-Konzept

Die erwähnten Parameter erfüllen bei normaler Arbeitsweise folgende Bedingungen:

$$P \times V = K$$

P (Last) : **Kg/cm²** der projizierten Oberfläche (Innendurchmesser x Länge Gleitlager).

V (Geschwindigkeit): Lineare Geschwindigkeit der Welle (m/s).

K = 18; eine Konstante für das bei SELFOIL verwendete Bronze.

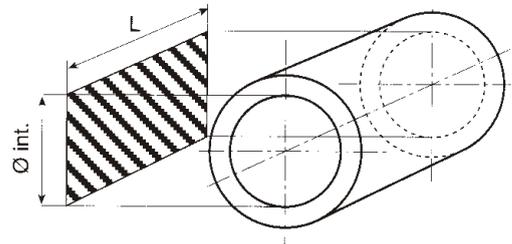
Dieser Wert kann je nach

Fall erhöht werden: Härte und Zu-stand der Welle, Zusammenspiel und Lauffreiheit, zusätzliche Schmierung, etc..

Berechnung der Last in der Praxis

Abgedruckte Rechentabelle ermöglicht die erwähnten Parameter graphisch miteinander zu relativieren.

Innendurchmesser und Länge



1. Beispiel

Wie hoch ist die max.zugelassene Last für ein SELFOIL Gleitlager mit einem Innendurchmesser 20 mm; einer Länge von 25 mm und einer Geschwindigkeit der Welle von 1000 U/min?

Lösung:

Laut Rechentabelle beträgt die Last bei den ausgewählten Parametern eine Last $P=18\text{kg/cm}^2$.

Die projizierte Oberfläche beträgt: 2 cm (Innendurchmesser) x $2,5\text{ cm}$ (Länge) = 5 cm^2 . Hieraus entsteht die max. Last:

$$18\text{ kg/cm}^2 \times 5\text{ cm}^2 = 90\text{ kg}$$

2. Beispiel

Bestimmen der Leitlager-Länge bei einer max. Last von 175 kg, mit einem Wellendurchmesser von 20 mm und bei einer Geschwindigkeit von 500 U/min.

Lösung:

Bei den oben genannten Werten liest man aus der Rechentabelle eine Last von 35 kg/cm^2 .

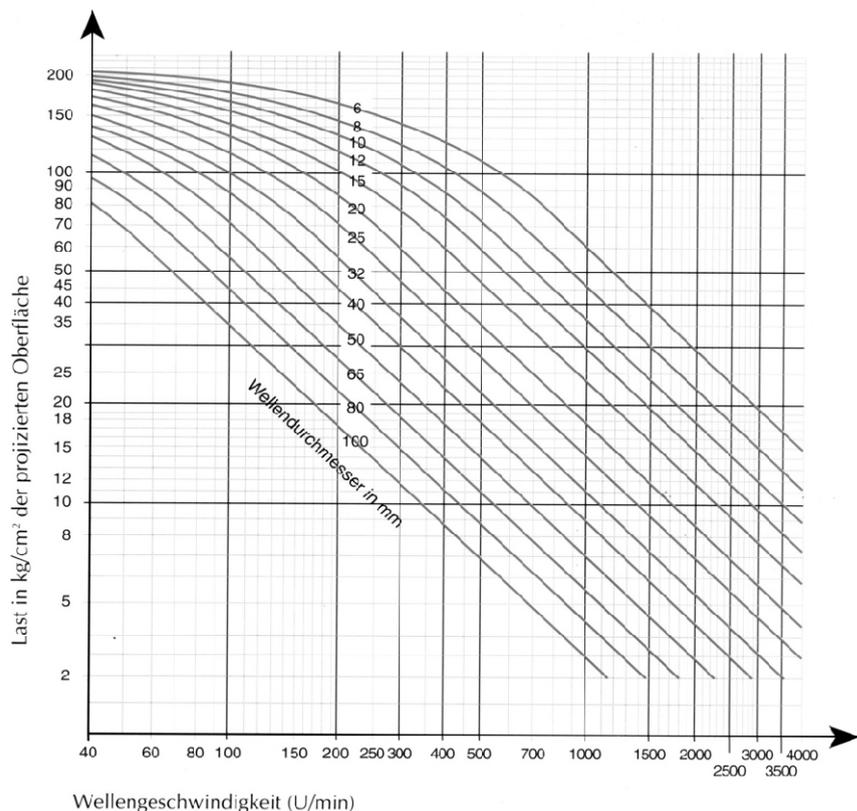
Bei einer max. Last von 175 kg müsste die projizierte Fläche sein:

$$175\text{ kg} : 35\text{ kg} = 5\text{ cm}^2$$

$$500\text{ mm}^2 : 20\text{ mm}$$

(Innendurchmesser)=
25 mm Länge des Gleitlagers.

RECHENTABELLE FÜR LASTEN / GESCHWINDIGKEITEN FÜR SELFOIL SELBSTSCHMIERENDE GLEITLAGER





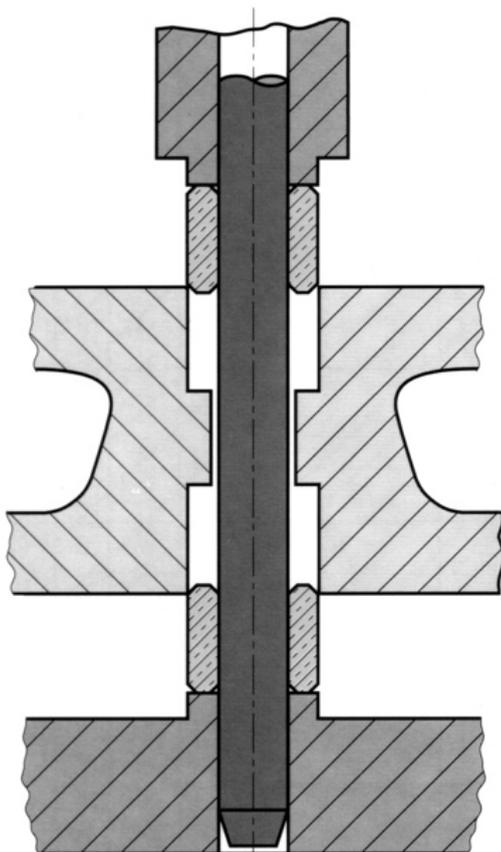
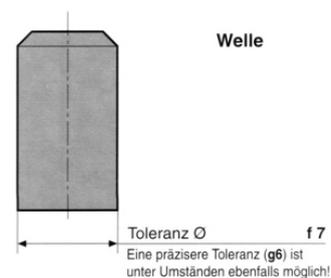
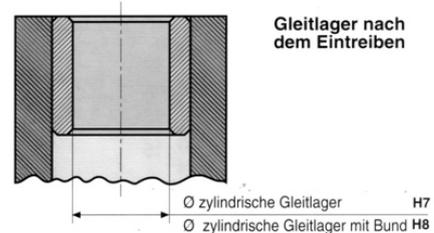
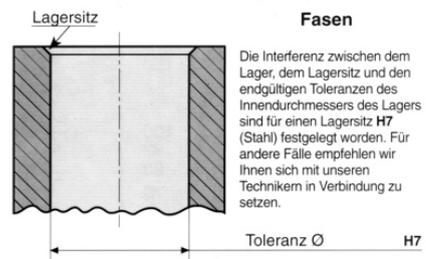
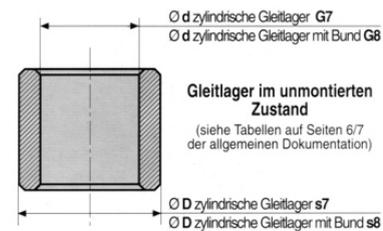
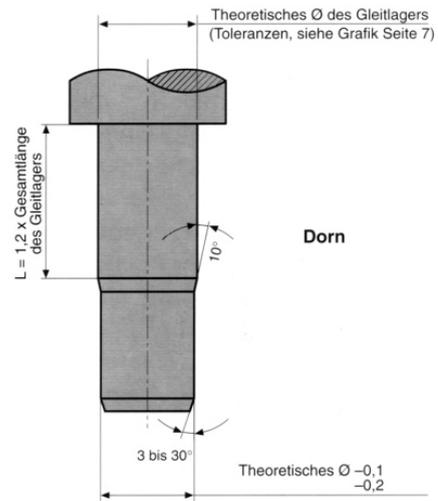
Eintreiben von Zylindrischen Gleitlagern

Beim Eintreiben der SELFOIL-Gleitlager in einen Lagersitz, erleidet der Innendurchmesser eine Deformation; bedingt durch die Positionierung. Als Konsequenz hieraus ist es äußerst wichtig vor der Montage auf den korrekten Lagersitz zu achten (Defekte der Form, Positionierung, ...). Die Verformung des Innendurchmessers bei einem vollständig eingetriebenen Gleitlager wird von 3 Faktoren beeinflusst:

Die eigenen Toleranzen des Innendurchmessers, die Toleranzen des Außendurchmessers und den Toleranzen des Lagersitzes (siehe Seite 5). Wenn man davon ausgeht, dass alle drei Toleranzen bei ISO 7 liegen, erreichen wir nach dem endgültigen Eintreiben Toleranzen des Innendurchmessers die bei ISO 10 liegen. Um diese Verformung

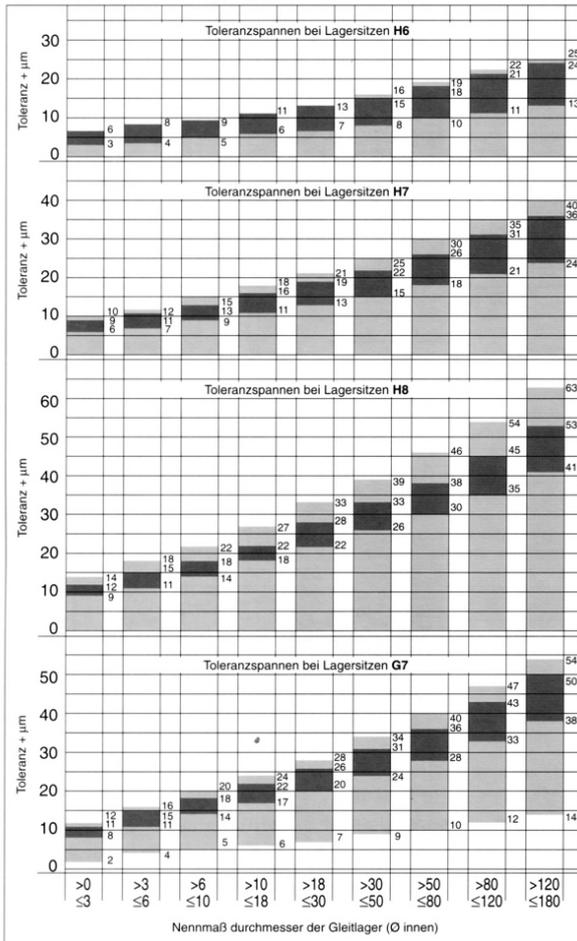
zu verringern, z.B. bei einer gewünschten Präzision von ISO 7 am Innendurchmesser, ist die Benutzung eines Dornes unabdinglich. Dieser Dorn bewirkt das korrekte Einsetzen des Lagers im Lagersitz.

Bei Montage von zwei hintereinander liegenden Lagern in relativer Nähe ist es von Vorteil, wenn hierbei nur ein Dorn verwendet wird, der das Lager in seine korrekte Position eintreibt.





Toleranzen



In der Grafik verdeutlichen wir mit hellen Farben die endgültigen Toleranzen für die Innendurchmesser der Lager nach dem Eintreiben in den Qualitäten ISO H6, H7, H8, G7.

Die Toleranzen in dunklen Farben deuten auf die Werte, die der Dorn aufweisen muss, um die oben genannten Werte erreichen zu können.

Die Tabelle unten, zeigt die meistverwendeten Werte und Qualitäten der ISO Toleranzen bei Gleitlagern auf, sowohl für Durchmesser als auch für Längen der Gleitlager und Wellen.

ISO Nennmaß	ISO Toleranzen													ISO Nennmaß
	G5	G6	G7	G8	H6	H7	H8	g5	g6	f7	j13	s7	s8	
>0 ≤3	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+16 +2	+6 +0	+10 +0	+14 +0	-2 -6	-2 -8	-6 -16	+70 -70	+24 +14	+28 +14	>0 ≤3
>3 ≤6	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+22 +4	+8 +0	+12 +0	+18 +0	-4 -9	-4 -12	-10 -22	+90 -90	+31 +19	+37 +19	>3 ≤6
>6 ≤10	+11 +5	+14 +5	+20 +5	+27 +0	+9 +0	+15 +0	+22 +0	-5 -11	-5 -14	-13 -28	+110 -110	+38 +23	+45 +23	>6 ≤10
>10 ≤18	+14 +6	+17 +6	+24 +6	+33 +6	+11 +0	+18 +0	+27 +0	-6 -14	-6 -17	-16 -34	+135 -135	+46 +28	+55 +28	>10 ≤18
>18 ≤30	+16 +7	+20 +7	+28 +7	+40 +7	+13 +0	+21 +0	+33 +0	-7 -16	-7 -20	-20 -41	+165 -165	+56 +35	+68 +35	>18 ≤30
>30 ≤50	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+48 +9	+16 +0	+25 +0	+39 +0	-9 -20	-9 -25	-25 -50	+195 -195	+68 +43	+82 +43	>30 ≤50
>50 ≤80	+23 +10	+29 +10	+40 +10	+56 +10	+19 +0	+30 +0	+46 +0	-10 -23	-10 -29	-30 -60	+230 -230	+83 +53 +89 +59	+99 +53 +105 +59	>50≤65 >65≤80
>80 ≤120	+27 +12	+34 +12	+47 +12	+66 +12	+22 +0	+35 +0	+54 +0	-12 -27	-12 -34	-36 -71	+270 -270	+106 +71 +114 +79	+125 +71 +133 +79	>80≤100 >100≤120
>120 ≤180	+32 +14	+39 +14	+54 +14	+77 +14	+25 +0	+40 +0	+63 +0	-14 -32	-14 -39	-43 -83	+315 -315	-	-	>120 ≤180



Kompatibilität der Toleranzen von SELFOIL-Gleitlagern

Die Toleranzen der Innen- und Außendurchmesser von SELFOIL-Gleitlagern sind mit den europäischen Toleranzen kompatibel und wie man an folgenden Beispielen erkennen kann, unter Umständen von Vorteil:

1. Die Lagerbuchse muss fachmännisch im Lagersitz eingepreßt werden, um eine sichere Positionierung zu gewährleisten.

2. Der Innendurchmesser muss ein präzises Maß aufweisen. Hierfür ist es unabdinglich, dass eine Überschneidung mit dem Eintreibkern existiert, um somit eine Verbesserung der Toleranz als auch der Oberfläche zu garantieren.

In den folgenden Beispielen wird aufgezeigt warum SELFOIL-Toleranzen gleichbedeutend bzw. besser sind als europäische Toleranzen.

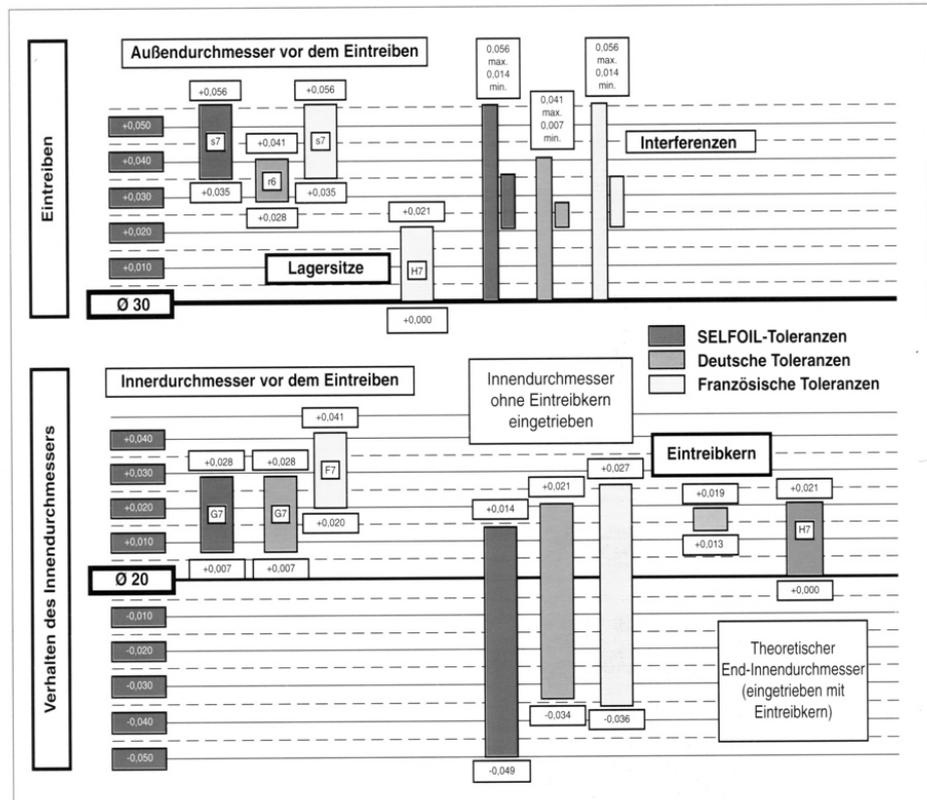
Eintreiben in den Lagersitz

Alle europäischen Normen (siehe französische und deutsche Normen) legen für einen Lagersitz eine Toleranz H7 fest, SELFOIL empfiehlt es ebenfalls.

In der Grafik sieht man die Interferenzen zwischen Lagersitz (max.- und min.-Werte) und Lager lt. den deutschen, französischen und SELFOIL-Normen.

Diese Interferenzen sind durch den Vergleich des größten theoretischen Außendurchmessers des Lagers und dem kleinsten Durchmesser des Lagersitzes ermittelt worden.

Aus den verschiedenen Anzahlen der möglichen Interferenzen kann man ersehen, dass die



SELFOIL-Toleranzen die gleichen Werte wie die französischen Werte ergeben, während man mit der deutschen Norm einen Minimal-Wert erhält, der einer Interferenz von minimal 7 µm entspricht; eine sichere Lagerpositionierung ist hiermit nur schwer erreichbar.

Innendurchmesser

Beim Eintreiben des Gleitlagers überträgt dessen Innendurchmesser die, durch die Interferenz des Eintreibens hervorgerufene maßliche Reduzierung.

In der Grafik der abgebildeten Innendurchmesser kann man die Entwicklung der ursprünglichen Durchmesser der SELFOIL-Gleitlager, die der deutschen und französischen Normen und die Durchmesser nach

dem Eintreiben, wenn kein nachbearbeiteter Dorn eingesetzt wurde, sehen. Letztendlich sieht man, dass bei der Benutzung eines Eintreibkernes, um den Innendurchmesser während der Ausführung des Eintreibvorganges nachzuarbeiten, die SELFOIL-Toleranzen beim Einsatz eines solchen Eintreibkernes bemerkenswerte Interferenzen herbeiführen, sodaß die zu erreichende H7-Toleranz sichergestellt wird. Im Gegensatz dazu, können in der französischen Norm Fälle auftreten, in denen der Durchmesser nach dem Eintreiben größer als ein H7-Durchmesser werden kann und somit die dimensionale Justierung und Kalibrierung der Oberfläche nicht möglich und der Enddurchmesser der H7-Toleranz über-

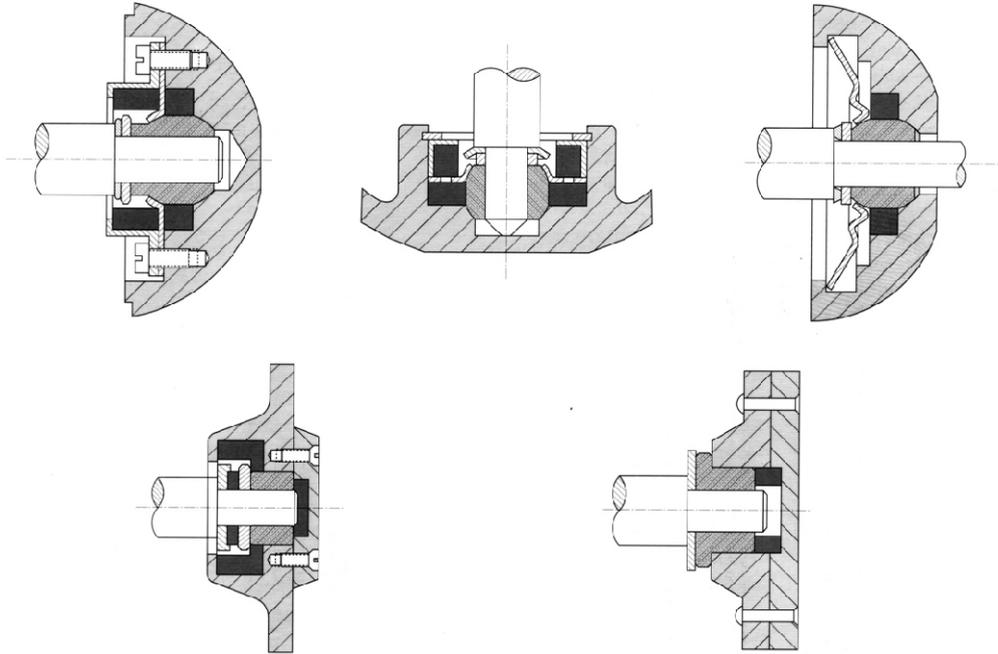
schritten wird. Die deutsche Norm befindet sich im Bereich zwischen der SELFOIL- und der französischen Norm.

Abschluss

Einmal mehr schienen die Toleranzen der SELFOIL-Gleitlager die geeigneteren zu sein und zeigen eine hervorragende Kompatibilität nach internationaler Norm, um Innendurchmesser eingetriebener Gleitlager mit H7-Toleranzen und Gleitlagersitzen mit H7-Toleranzen zu erhalten.



Montagemöglichkeiten



Erläuterung einiger Montagemöglichkeiten der selbstschmierenden Lager.

Die fachgerechte Montage eines selbstschmierenden Gleitlagers führt zu einer praktisch unbegrenzten Lebensdauer, die normalerweise höher ist, als die des Bauteils, in dem es eingebaut ist.

Bei ununterbrochenem Einsatz empfiehlt es sich einen Filter, der das Lager umhüllt und als Sonder-

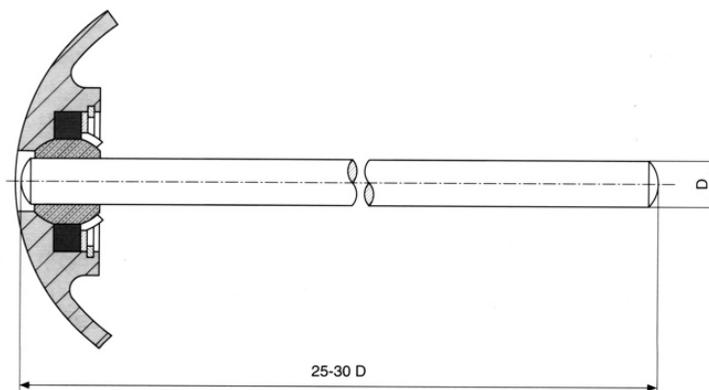
Ölversorgung dient, einzusetzen.

Bei zylindrischen Lagern ist unbedingt darauf zu achten, dass durch eine sehr genaue Bearbeitung des Lagersitzes, eine korrekte Fluchtlinie des Lagers und der Welle erreicht wird.

Eine fundamentale Eigenschaft der sphärischen Lager der Typen C und D ist, dass sie sich selbst zur Welle ausrichten, da sie als Kugelgelenk wirken.

Mit dem Ziel ein sich selbstausrichtendes Element zu erhalten, sollte das Lager im Sitz so eingebaut sein, dass der Montagedruck eine Bewegung als Kugelgelenk erlaubt, jedoch gleichzeitig verhindert, dass es sich in gleicher Richtung mit der Welle dreht. Eine einfache Methode zu überprüfen, welcher der korrekte Druck ist, besteht darin, einen dünnen Stahlstab mit dem gleichen Durchmesser

des Lagers und einer 25 bis 30-fachen Länge des Durchmessers in horizontaler Position anzubringen. Dieser Stab sollte sich im unstabilen Gleichgewicht halten, d.h. er wird beim plötzlichen Einbringen eines Druckes kippen.





Empfehlungen für die Qualitätskontrolle

Die Kontrolle der spezifizierten Abmessung hat normalerweise für die Anwender von selbstschmierenden Gleitlagern aus gesinterten Bronzen eine große Bedeutung. Bei der Durchführung der Messungen können leicht Fehler gemacht werden. Aus diesem Grund sind anschließend einige praktische Empfehlungen, um eine korrekte Kontrolle der Abmessungen zu realisieren, aufgeführt:

Innendurchmesser:

Die üblichste Methode, um diese Abmessung zu kontrollieren, ist die Anwendung des Grenzlehndornes; Gutseite bzw. Ausschußseite.

Wenn die Messung mit veränderlichen Werten durchgeführt wird, kommt meist ein sehr empfindliches Tastvergleichsgerät zum Einsatz. Wenn Formfehler wie z.B. Konizität, Unrundheit, etc. mit Werten entsprechend der Hälfte der Gesamttoleranz erlaubt sind, ist anzumerken, dass im Fall der zylindrischen Lager mit und ohne Bund die Unrundheit sich im Lagersitz aufhebt oder sich mit den selben Auswirkungen verschlechtert. Aus diesem Grund ist die Präzision des Lagersitzes ein entscheidender Faktor, um den korrekten Einsatz eines selbstschmierenden Lagers zu gewährleisten. Im Fall eines Einsatzes von pneumatischen Meßgeräten muss man beachten, dass die Porosität Meßfehler hervorrufen kann.

Außendurchmesser:

Im Normalfall kommt eine Mikrometerschraube zum Einsatz. Besondere Vorsicht ist bei dünnwandigen Lagern geboten; meist ist es empfehlenswert, während der Messung den Grenzlehndorn mit der Gutseite im Innendurchmesser zu plazieren (siehe Skizze), um eine Verformung durch den Druck der Mikrometerschraube zu verhindern.

Bei Formfehlern wie Unrundheit,

Konizität, etc. werden die gleichen Akzeptanz-Kriterien wie beim Innendurchmesser angewandt. Seltener kommen bei einer Merkmalskontrolle auch Rachenlehren (Gutseite/Ausschußseite) zum Einsatz.

Längen:

Es ist eine Bügelmeßschraube (100-er Teilung) oder sogar eine Tiefenschieblehre zu empfehlen, da es sich hier um größere Toleranzen handelt.

Exzentrizität:

Um Werte über die Exzentrizität zwischen dem Innen- und Außendurchmesser zu erhalten, misst man den Unterschied der Wandstärke, indem man einen Meß-Aufbau mit einer Messuhr, wie in der Skizze abgebildet, verwendet. Man dreht das Lager und durch den Ausschlag der Nadel erhält man den absoluten Betrag der Messuhranzeige, welcher der doppelten Exzentrizität entspricht.

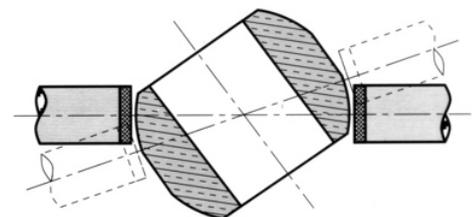
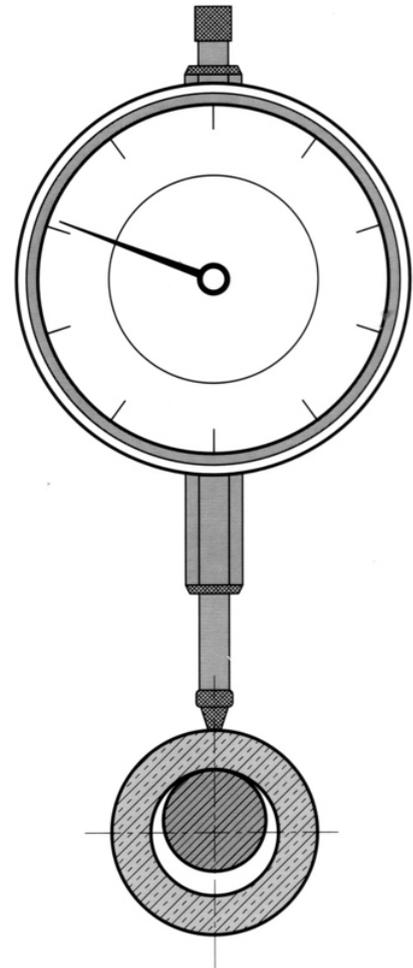
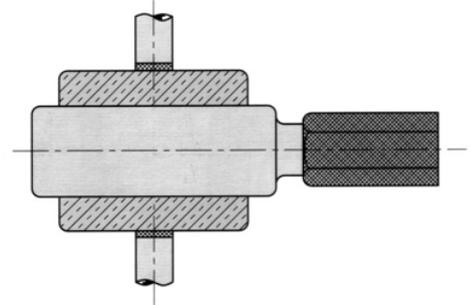
Kugelform:

Sollte mit einer Mikrometerschraube (1000-er oder 100-er Teilung) gemessen werden (siehe Skizze). Man misst an unterschiedlichen Durchmessern der Kugel und kontrolliert, ob sich die Messwerte innerhalb der vorgeschriebenen Toleranz befinden.

Der Durchmesser an der Symmetrieachse, zylindrischer Bereich des Lagers, kann nie größer sein als der Durchmesser der Kugel.

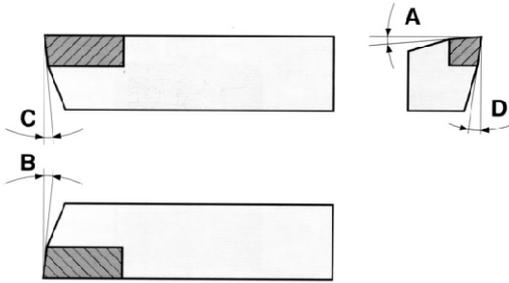
Physikalische und chemische Eigenschaften:

Für diese Laborversuche stehen Ihnen unsere Techniker zur Verfügung und werden Sie gern bei Ihrer Problemlösung beraten.





Empfehlung für die mechanische Bearbeitung von gesintertem Bronze



Schnittbedingungen:

Winkel	Bronze SELFOIL	
A	0-3	
B	5-7	
C	5-7	
D	5-7	
	Schrupp-Drehen	Schlicht-Drehen
Schnittgeschwindigkeit	100-120 m/min	100-120 m/min
Vorschub	0,1 mm/U	0,06 mm/U
Schnitttiefe	1 mm	0,05 - 0,1 mm

VORGEHENSWEISE BEI DER DREHBEARBEITUNG DER LAGER UND DEM STANGENMATERIAL AUS SINTERBRONZE

Maschinelle Bearbeitbarkeit:

Das gesinterte SELFOIL-Bronze erlaubt, bedingt durch die vorhandene Struktur der Mikroporosität, das Aufnehmen von Öl. Dieser Bronze-Werkstoff ist in der Lage mit 20 % seines Volumens Öl aufzunehmen, welches als Schmierstoff des Lagers wirkt. Es ist daher unumgänglich, die mechanische Bearbeitung trocken durchzuführen, ohne Bohremulsionen oder Schneideöle zu verwenden, da diese vom Lager aufgenommen werden und die Imprägnierung negativ beeinflussen. Es ist jedoch möglich das Schneidwerkzeug mit einem Luftstrom zu kühlen. Das gesinterte Bronze wird ansonsten unter den gleichen Bedingungen wie die Massiv-Bronzen bearbeitet. Es ist wichtig darauf zu achten, dass für die selbstschmierende Eigenschaft, speziell im Innendurchmesser, die Porosität an der Oberfläche offen bleibt.

Drehen:

Um mögliche Vibrationen zu verringern, sollten die Werkzeuge und Vorrichtungen des Zerspanvorganges eine starre Eigenschaft vorweisen. Wir

empfehlen die Anwendung von Werkzeugen aus Wolframkarbid vom Typ K10 oder Bornitrid. Der Werkzeuganschliff sollte unter reichlicher Kühlung mittels einer Diamantschleifscheibe, Korngröße 200, erfolgen. Es empfiehlt sich, den Schlichtvorgang mit neu geschliffenem Werkzeug durchzuführen.

Bohren und Gewindeschneiden:

Diese Bearbeitungsvorgänge werden trocken und mit den üblichen Schnittgeschwindigkeiten und Vorschüben der Massiv-Bronzen durchgeführt. Empfohlen werden Bohrer aus Wolframkarbid und HSS-Gewindebohrer.

Schleifen:

In Bereichen, die Gleit- oder selbstschmierende Eigenschaften vorweisen sollen, ist ein Schleifvorgang nicht zu empfehlen. Es können sich verschleißend wirkende Teilchen in die Poren setzen und zu einer vorzeitigen Abnutzung der Wellen oder anderer Gleitelemente führen.

Imprägnierung nach der mechanischen Bearbeitung:

Das Hohl- und Vollstangenmaterial von SELFOIL wird ohne Schmierstoff geliefert, was eine trockene Bearbeitung sicherstellt. Dieses gilt nicht für die selbstschmierenden Gleitlager, diese werden mit dem Imprägnieröl geliefert und

dieses muss vor der mechanischen Bearbeitung entfernt werden. Für diesen Vorgang sollte man sich beraten lassen, da der Prozess des Entfettens sehr kompliziert ist und in der Industrie üblicherweise nicht anzutreffen ist. Demzufolge und in Fällen, in denen keine andere konventionelle Lösung vorhanden ist und man dennoch möchte, dass das mechanisch bearbeitete Werkstück seine selbstschmierende Eigenschaft nicht verliert, muss man dieses mit Öl nach folgendem Ablauf imprägnieren.

- Entfernen der verbleibenden Späne oder Staub, indem man ein sich verflüchtigendes Fettlösungsmittel oder wenn möglich Ultraschallwellen benutzt. Anschließend eine vollkommene Trocknung in einem Ofen vornehmen oder ein mindestens 48-stündiges Ruhen der Teile veranlassen.

- Eintauchen der Werkstücke im ausgewählten Schmieröl, bei einer Öltemperatur von 80°C, für eine Dauer von 1 Stunde bei Wandstärken bis 3 mm bzw. 3 Stunden für größere Wandstärken.

- Dieses Ölbad mit den eingetauchten Lagern auf Umgebungstemperatur erkalten lassen. Mit dieser Methode kann man ein vollständiges Füllen der Mikroporen sicherstellen.

Kontrolle der Oberflächenporosität:

Die mechanische Be-

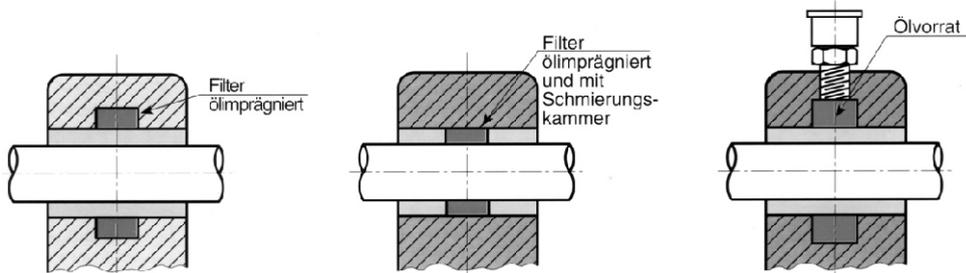
arbeitung hat einen gewissen Abtrag der Oberflächenporosität zur Folge, was aber die selbstschmierende Eigenschaft des Materials nicht beeinträchtigt.

Die Überprüfung der Oberflächenporosität kann wie folgt durchgeführt werden:

Das mechanisch bearbeitete Werkstück um 30°C über der Umgebungstemperatur erwärmen (Heizplatte, Lüfter, Flamme, etc.). Die Differenz des Ausdehnungskoeffizienten zwischen dem Bronzewerkstoff und dem Schmieröl verursacht ein Ausschwitzen des Öles. Wenn dieses Ausschwitzen in gleichmäßiger Verteilung auftritt, zeigt dieses, dass die selbstschmierenden Eigenschaften des SELFOIL-Bronzewerkstoffes erhalten bleiben.



Schmierstoffe und zusätzliche Schmierung



In speziellen Anwendungsfällen, wie z. B. Umgebungstauf, Temperaturen über 90°C, Dauerbetrieb, Überbelastung, etc., ist es wichtig einen Filter mit dem gleichen Öltyp des imprägnierten Lagers vorzusehen.

Einige wichtige Faktoren um optimale Funktionseigenschaften und die erwünschte Lebensdauer des SELFOIL-Lagers zu erreichen, sind das eingesetzte Imprägnierungsöl und der erreichte Imprägnierungsgrad. Entscheidend ist auch die korrekte Lagerung der SELFOIL-Lager, da vermieden werden muss, dass irgendein Kontakt zu Materialien mit Kapillar-Eigenschaften, wie z.B. Papier, Karton, Holz, etc., besteht, da das fehlende Öl die selbstschmierenden Eigenschaften beeinflussen würde. Beim Schmiervorgang kommen vorwiegend folgende Faktoren zum Tragen: Die Viskosität, die Schmierfähigkeit des Öles und die Einsatzbedingungen, d.h., Belastung des Lagers, Betriebstemperatur, Wellengeschwindigkeit, Anzugsdrehmoment im kalten Zustand, etc.

Diese Einsatzbedingungen verlangen oftmals sehr unterschiedliche Lösungsvarianten, was eine allgemein geltende Norm zur Auswahl des optimalen Schmieröles nicht ermöglicht.

Folgende Anfangsparameter sollten erfasst werden:

Die Betriebstemperatur des Lagers und die Viskosität des Imprägnieröles. Wie in den vorhergehenden Seiten erwähnt, ist in Fällen, in denen das Lager bis zur Grenztemperatur betrieben wird, eine zusätzliche Schmierung vorzusehen. Es ist immer zu beachten, dass das Öl der Zusatzschmierung das gleiche wie das des imprägnierten Lagers ist, oder zumindest sicherstellen, dass es gleichwertig ist.

Unsere technische Abteilung steht Ihnen bei anfallenden Problemlösungen bezüglich der Schmierung jederzeit zur

Verfügung. Folgende Problemlösungen wurden bereits erarbeitet:

- Extremtemperaturen, von -30°C bis +250°C.
- Hohe Belastungen und niedrige Wellengeschwindigkeit.
- Sehr ruhig laufende Motoren und Antriebe
- Sehr schwaches Anzugsdrehmoment, etc.

Die Öle, mit denen die SELFOIL-Lager zur Zeit imprägniert werden, haben folgende Eigenschaften:

Tellus Oil 68 von SHELL mit einer Viskosität von
40°C 68 cst
100°C 9cst
50°C 5,9°Engler
Viskositätsindex 97

Im Fall, dass die Not-

wendigkeit einer funktionsbedingten Änderung des vorher angegebenen Öltyps besteht, möchten wir zur weiteren Information eine kleine Tabelle von empfohlenen Ölen anfügen.

	Bis 50°C	Bis 80°C	Bis 100°C	Bis 130°C
SHELL	Tellus Oil 37	Tellus Oil 68	Tellus Oil 100	Morlina R220
REPSOL	Aries leicht	Aries mittel	Aries schwer	Aries 1000
KLÜBER	Lamora 46	Lamora 68	Lamora 100	Lamora 220



Eingesetzte Werkstoff bei Selbstschmierenden SELFOIL - Lager

Durch die weitreichenden Erfahrungen auf diesem Gebiet haben wir unter den angewandten Standard-Werkstoffen den ausgewählt, der die beste Leistung und Wirtschaftlichkeit erzielt:

Werkstoff:
SC-S7,5-Z4,5-P3-66
Entspricht folgenden Normen:

ASTM	B-438 Grad 1, Klasse A Typ II
MPIF	CT - 1000 - K26
AENOR	UNE 37.103 entsprechend der Zusammensetzung

Normversuch der mechanischen Festigkeit eines selbstschmierenden SELFOIL-Lagers:

Radial-Festigkeit:
Das Lager wird zwischen zwei ebene Platten, die parallel zueinander stehen, bis zur Zerstörung druckbelastet. Sollte das Versuchsmuster nicht zylindrisch sein, wird für die Versuchsdurchführung ein Zylinder gefertigt, mit dem man den Versuch durchführen kann.

Die erforderliche Mindestfestigkeit ergibt sich aus folgender Formel:

$$P = K \frac{L \times T^2}{D \cdot T}$$

P = theoretische Radial-Druckfestigkeit (N)
K = Festigkeitskonstante für dieses Material; 178 (N/mm²)
L = Länge des Lagers (mm)
T = Wandstärke des Lagers oder Zylinders (mm)
D = Außendurchmesser des Lagers (mm)

Für lineare Umfangsgeschwindigkeiten der Welle > 1,00 m/s wird die zulässige Belastung wie folgt errechnet:

$$P = \frac{1,77}{v}$$

P = zulässige Belastung (N/mm²) (*)
V = Umfangsgeschwindigkeit der Welle (m/s)

(*) 1,77 N/mm² entspricht PV = 18, siehe Seite 4 dieser Dokumentation, wo dieser Wert für kg/cm² dargestellt ist.

Mechanische Eigenschaften:	Typische	Grenzwerte	
	Werte	Minimum	Maximum
Dichte (g/cm ³)	-	6,4	6,8
Ölgehalt (%)	-	19	-
Porosität (indikativ) (%)	22	-	-
Zugfestigkeit (N/mm ²)	99	-	-
Härte (indikativ) (HRH)	50	-	-

Fuktionseigenschaften:	
Geschwindigkeit der Welle m/s	zulässige Belastung N/mm ²
niedrig oder schwankend	27,47
0,13 a 0,25	13,73
0,25 a 0,51	3,43
0,51 a 0,76	2,26
0,76 a 1,01	1,72