

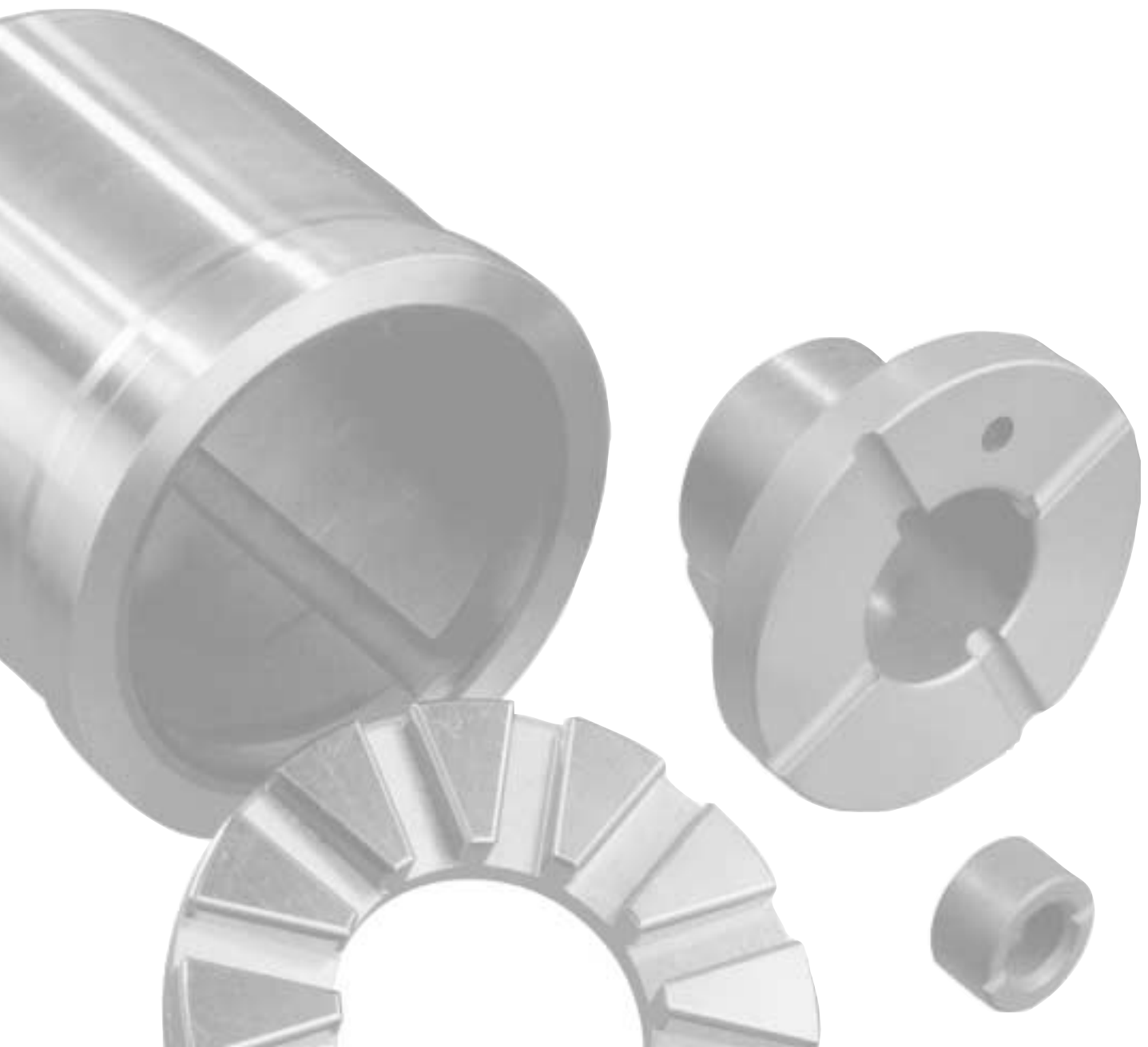


Lager- und Dichtungstechnik

Gleitlager

Inhaltsverzeichnis

Charakteristische Eigenschaften für den Einsatz als Gleitlagerwerkstoff	Seite	3
Die Lagergestaltung	Seite	3
Der Einbau	Seite	4
Das Lagerspiel	Seiten	6-7
Gegenlaufwerkstoffe und ihre Oberflächengüte	Seiten	6-7
Die Belastbarkeit	Seiten	8-10
Die Anwendungsgebiete mit Werkstoffempfehlungen	Seite	11



Charakteristische Eigenschaften für den Einsatz

... als Gleitlagerwerkstoff

Die charakteristischen Eigenschaften von Kohlenstoff- und Graphitwerkstoffen besetzen mittlerweile breite Anwendungsgebiete für Gleitlager: im Hoch- und Tieftemperaturbereich, in der chemischen und petrochemischen Industrie, im Lebensmittel-, Pharmazie- und Kosmetikbereich, in der modernen Automobiltechnik sowie in der Reaktortechnik.

Zu den besonderen Eigenschaften zählen...

- Gleit- und Trockenlauf-eigenschaften, geringer Reibungskoeffizient
- Chemische Beständigkeit
- Gute Wärmeleitfähigkeit
- Ausgezeichnetes Thermoschockverhalten
- Hervorragende Formbeständigkeit
- Hohe Ermüdungsfestigkeit

Gesonderte Dokumentationen geben Auskunft über Herstellung und physikalische Eigenschaften von Kohlenstoff- und Graphitwerkstoffen der Schunk Kohlenstofftechnik.

Lagergestaltung

Maßgebend für Radiallager und Bundlager aus Kohlenstoffwerkstoff ist DIN 1850 Blatt 4 „Buchsen für Gleitlager aus Kunstkohle“.

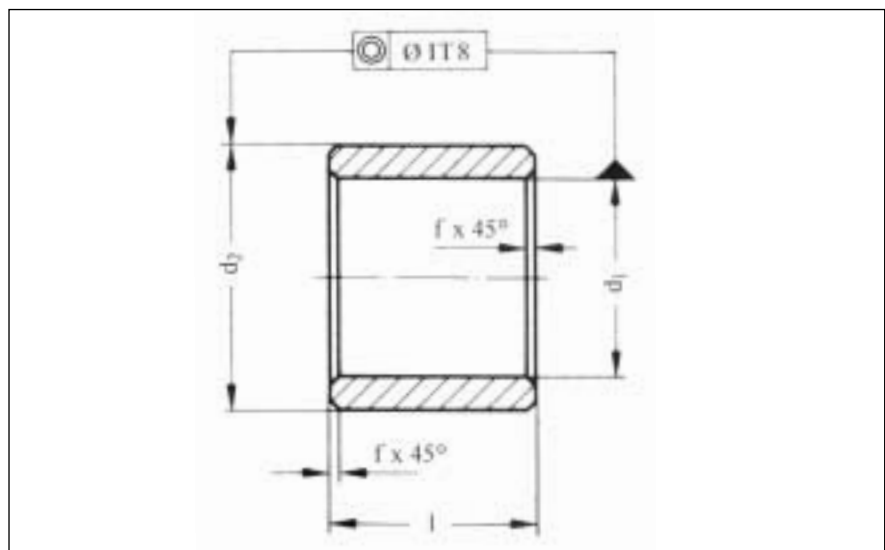
Allgemeine Richtlinien

$$\begin{aligned}L &= d_1 \text{ bis } d_2 \\L_{\max} &= 2 \times d_2 \\s &= 0,1 \text{ bis } 0,2 \times d_1 \\s_{\min} &= 3 \text{ mm}\end{aligned}$$

Bei Bundlagern gelten für die Bundstärke etwa dieselben Angaben wie für die Wandstärke. Bei eingeschrumpften Bundlagern sind allerdings besondere Vorschriften für die Bundgestaltung zu beachten (siehe Anmerkung). Bei Radial- und Axiallagern für Trockenlauf werden keine Schmiernuten vorgesehen.

Dies gilt überwiegend auch für Kohleradiallager im Naßlauf, obwohl diese ebenso mit Spiral- oder Längsnuten in der Bohrung ausgeführt sein können. Flüssigkeitsgeschmierte Kohleaxiallager (Bundlager) sind dagegen mit Stirnnuten zu empfehlen. Vorschläge über Ausführungsform der Stirnnuten unterbreiten wir Ihnen auf Wunsch gern.

Die Herstellung selbsteinstellender Kohlekalottenlager ist möglich, obwohl ein entsprechend hoher Material- und Arbeitsaufwand dahinter steht (die Lager müssen aus zylindrischen Körpern herausgearbeitet werden). Bei großen Stückzahlen und zulässigen großen Kalottentoleranzen kommt unter Umständen eine teilweise Fertigpressung in Betracht. Nähere Angaben hierzu bitten wir unserer Dokumentation 30.20 zu entnehmen.



Der Einbau

Einpressen

Empfohlene Toleranzfelder vor dem Kalteinpressen:

Innendurchmesser d_1 :	F7 - E7
Außendurchmesser d_2 :	s6
Aufnahmebohrung für Kohlelager:	H7

Dabei ergibt sich für den Innendurchmesser d_1 nach dem Einpressen etwa H7 bis H8.

Für das Kalteinpressen sollte ein Einpreßdorn, dessen Durchmesser etwa drei Toleranzfelder unter der Bohrungstoleranz der Kohlelager im Anlieferungszustand liegt und dessen Absatz auf die gesamte Stirnfläche der Lagerbuchse drückt, verwendet werden.

Einschrumpfen

Empfohlene Toleranzfelder vor dem Warmeinschrumpfen:

Innendurchmesser d_1 :	D8
Außendurchmesser d_2 :	x8 bis z8
Aufnahmebohrung für Kohlelager:	H7
Einschrumpftemperatur:	300°C - 350°C

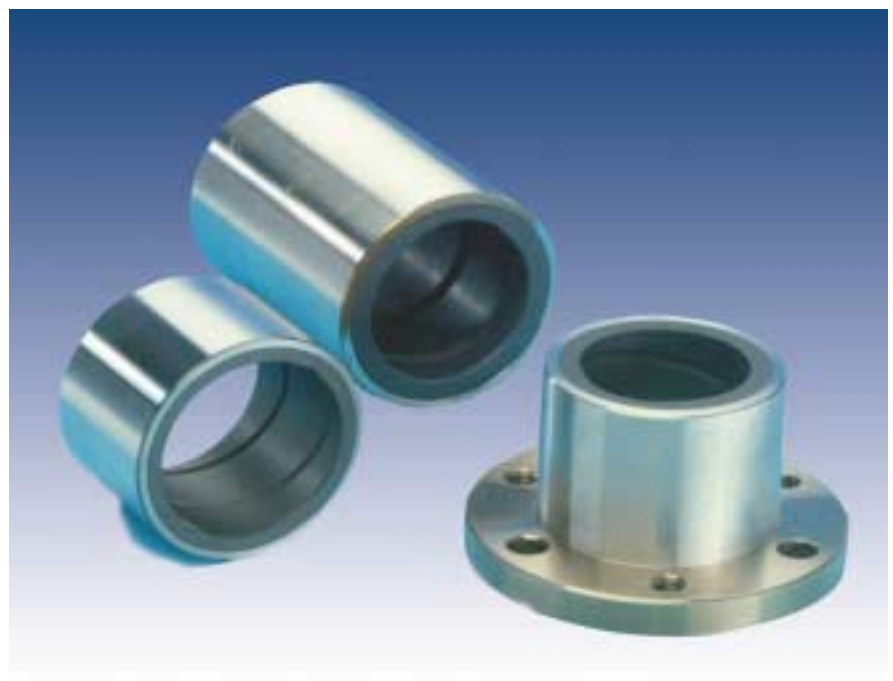
Dabei ergibt sich für den Innendurchmesser d_1 nach dem Einschrumpfen H9. Für genaue Toleranzeinhaltung wird Nachreiben auf Maß nach dem Einschrumpfen empfohlen.

Beim Einbau von Kohlelagern sind der kleinere Wärmeausdehnungskoeffizient von Kohlestoff- und Graphitwerkstoffen gegenüber Metallen, die geringere Festigkeit sowie Sprödigkeit dieser Werkstoffe zu beachten. Kohlelager sollten deshalb möglichst nicht freitragend eingebaut werden.

Wegen der relativ kleinen Wärmeausdehnung von Kohlenstoffwerkstoff gewährleisten die bei Metallen üblichen Preß- und Schrumpfsitze nur bis zu entsprechend niedrigeren Temperaturen einen festen Sitz des Kohlelagers. Ein Kaltpreßsitz der Kohlelager in Stahlfassungen entsprechend H7/s6 ist daher nur bis zu max. Lagertemperaturen von etwa 120 bis 150 °C anwendbar.

Bei Gehäusen bzw. Fassungen aus Materialien mit größerem Wärmeausdehnungskoeffizienten als Stahl liegt die maximal zulässige Temperatur entsprechend niedriger.

Eine noch größere Durchmesserüberschneidung als entsprechend H7/s6 ist für das Kalteinpressen von Kohlelagern, außer bei Gehäusen oder Fassungen aus Kunststoffen, wegen der Gefahr des Abscherens nicht zu empfehlen.



Kohlelager mit Metallfassung

Eine Ausnahme stellt unser Werkstoff FH 531 B dar für kleine fertiggepreßte oder weitgehend fertiggepreßte Lager. Derartige Lager können fertiggepreßt wegen der geringeren Scherfestigkeit dieses Materials mit größeren Durchmesserüberschneidungen eingepreßt werden. Ohne Beschädigung der Lager wird überstehendes Material beim Einpressen abgeschert.

Beim Kalteinpressen der Kohlelager muß man besonders sorgfältig darauf achten, daß die Lager nicht verkanten, da es sonst hauptsächlich zum Bruch bei dünnwandigen Lagern kommen kann.

Beim Kalteinpressen verengt sich die Kohlelagerbohrung je nach Werkstoff, Wandstärkenverhältnis und Toleranzpaarung um etwa 70 - 85 % des Einpreß-Übermaßes.

Das Einschrumpfen direkt in die Gehäuse oder in Metallfassungen ist die beste Befestigungsart für Kohlelager bei Lagertemperaturen über 120 - 150 °C.

Beim Einschrumpfen sollen sich die kalten Kohlelager in die erwärmten Gehäuse oder Metallfassungen leicht einführen lassen. Die Gehäuse oder Metallfassungen sind dafür auf Temperaturen bei etwa 100 bis 150°C über der maximal zu erwartenden Betriebstemperatur zu erhitzen. Das Einschrumpfübermaß ist entsprechend der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten zu wählen.

Wenn für die zu erwartende Betriebstemperatur die in der Übersicht genannten Schrumpfsitze H7/x8 (Einschrumpftemperatur ca. 300 °C) und H7/z8 (Einschrumpftemperatur ca. 350 °C) nicht ausreichen, kann das Einschrumpfen bei entsprechend höheren Vorwärmtemperaturen bis etwa 600 °C nach Schrumpfsitz H7/za8 oder H7/zb8 erfolgen. Gegebenenfalls muß noch eine zusätzliche Arretierung vorgesehen werden.

Beim Einschrumpfen verengt sich die Kohlelagerbohrung, und zumindest dünnwandige Gehäuse und Fassungen werden geringfügig aufgeweitet. Bei den vorher genannten Schrumpfsitzen H7/x8 und H7/z8 ist je nach Durchmesser und je nach Wandstärkenverhältnis mit einer Bohrungsverengung um etwa 3 - 6 Toleranzfelder oder um ca. 80 bis 100 % des Einschrumpfübermaßes zu rechnen.

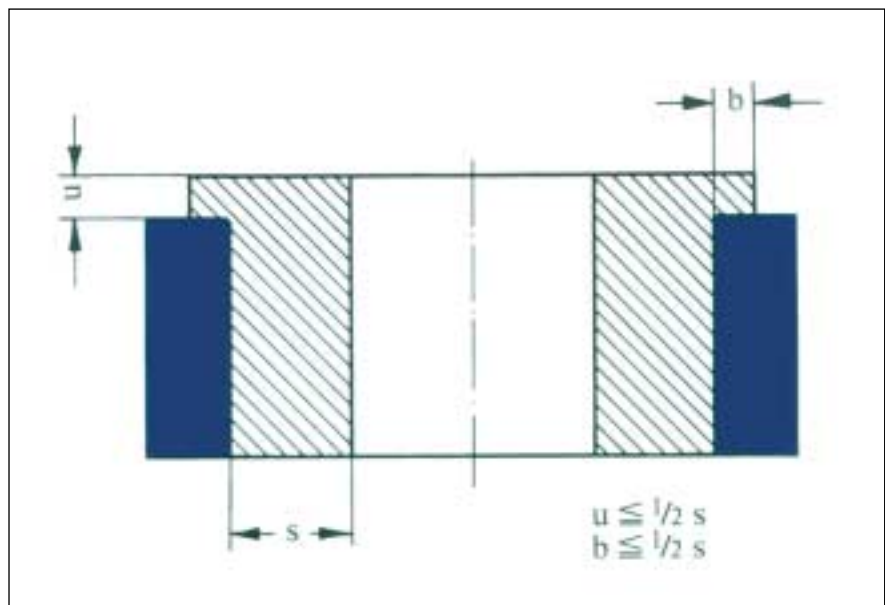
Genauere Angaben über die Bohrungsverengung der Kohlelager und die Aufweitung der Fassungen sind nicht möglich. Zur Einhaltung genauer Toleranzen ist stets eine Nachbearbeitung der Lagerbohrung erforderlich.

Bei notwendig engen Toleranzen ist der Verwendung von in Stahlfassung eingeschrumpften Kohlelagern der Vorzug zu geben, die sich wie metallische Gleitlager in die Aufnahmebohrung eingepresst lassen.

Das Einschrumpfen der Kohlelager in die Metallfassungen wird bei Schunk Kohlenstofftechnik durchgeführt; die Lager mit Stahlfassung werden einbaufertig angeliefert. Für die Lagerbohrung können Toleranzen bis IT7 und für den Fassungsaußendurchmesser bis IT6 eingehalten werden.

Nach dem Einschrumpfen steht das Kohlelager in der Metallfassung unter Schrumpfspannung. Das Kohlematerial wird durch die metallische Fassung so gut unterstützt, daß es anschließend bis auf sehr geringe Wandstärken ausgedreht werden kann.

Beim Einschrumpfen von Bundlagern ist zu beachten, daß sowohl Bundhöhe als auch Bundweite möglichst nicht mehr als die Hälfte der Lagerwandstärke betragen sollen, da es sonst beim Einschrumpfen oder auch später bei Belastung in der Praxis zum Abplatzen des Bundes kommen kann.



Das Lagerspiel

Trockenlauf

bei Betriebstemperatur 0,3- 0,5 % vom Wellendurchmesser

Naßlauf

bei Betriebstemperatur 0,1 - 0,3 % vom Wellendurchmesser

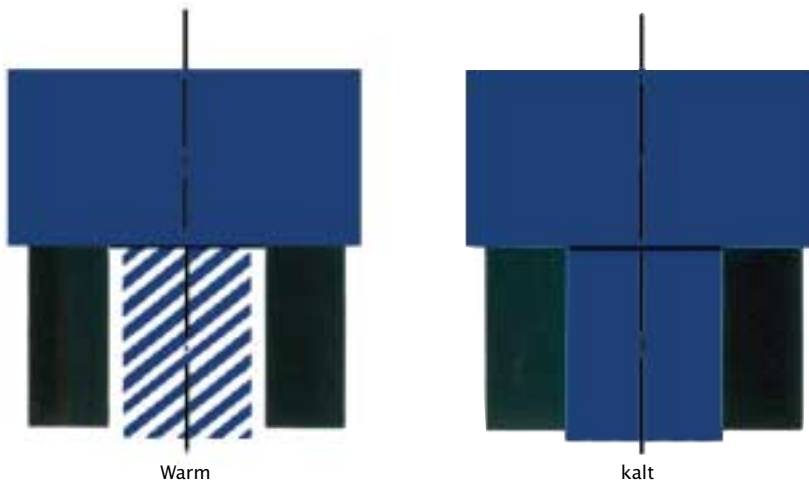
Bei der Festlegung des Lagerspiels ist der geringe Wärmeausdehnungskoeffizient von Kohlenstoffwerkstoff im Verhältnis zu den meisten Wellenmaterialien zu berücksichtigen. Dadurch können bei höheren Betriebstemperaturen erhebliche Unterschiede zwischen dem Kaltspiel und dem Lagerspiel bei Betriebstemperatur auftreten.

Bei sehr eng gewähltem Kaltspiel kann es sogar zum Festsitzen der Wellen kommen.

Das Kaltspiel ergibt sich aus dem oben genannten Wert des Wellendurchmessers zuzüglich der Differenz in der Ausdehnung bis zur Betriebstemperatur von Kohlelager und Welle.

Wenn es sich um eingeschrumpfte Kohlelager handelt, welche unter Vorspannung stehen und sich bei Erwärmung etwa entsprechend dem Wärmeausdehnungskoeffizienten des Gehäuse- bzw. Fassungsmaterials ausdehnen, ist die Differenz in der Ausdehnung zur Ermittlung des Kaltspiels nicht zu berücksichtigen.

Bei Kohlelagern ist eine engere Bohrungstoleranz als IT8/IT7 allgemein nicht notwendig, da das Lagerspiel stets größer gewählt werden muß als bei ölgeschmierten, metallischen Gleitlagern.



Gegenlaufwerkstoffe und ihre Oberflächengüte

Gut geeignete Gegenlaufwerkstoffe

Chromstahl
Chromstahlguß
Nitrierter Stahl
Grauguß
Hartverchromte Werkstoffe
Unlegierter Stahl
Siliziumkarbid
Hartmetall
Sinterkeramik (Al_2O_3)
(nur bei Naßlauf)
Chromoxid
(plasmabeschichtet)

Bedingt verwendbare Gegenlaufwerkstoffe

Chromnickelstahl
Austenitisches Gußeisen
Buntmetall

Ungeeignete Gegenlaufwerkstoffe

Aluminium
Aluminiumlegierungen
(auch eloxiert)

Die besten Laufergebnisse lassen sich bei einer Rauhtiefe der Gegenlauffläche von $R_t \leq 1 \mu\text{m}$ erzielen. Bei Rauhtiefen von bis zu $R_t \approx 2 \mu\text{m}$ wird durch die höhere Rauhtiefe der Gegenlauffläche nur erhöhter Einlaufverschleiß während einer gewissen Einlaufphase bewirkt.

Nur geschlichtete Wellen sind für Kohlelager ungeeignet. Gezogene Wellen sind nur für sehr niedrige Gleitgeschwindigkeiten und Belastungen zulässig. Zu empfehlen sind feinstgeschliffene und für hohe Beanspruchungen superfinishte Wellen.

Neben der Oberflächenbeschaffenheit der Gegenlaufflächen, die von besonderer Wichtigkeit für das Laufverhalten der Kohlelager ist, hat auch das Gegenlaufmaterial einen gewissen Einfluß.

Von der Verwendung der nicht besonders harten, Ni-haltigen, rostfreien Stahlsorten als Gegenlaufmaterial ist abzuraten, wenn andere, besser geeignete Werkstoffe verwendet werden können. Es kann dabei hauptsächlich bei Trockenlauf, bei unzureichender Flüssigkeitsschmierung und bei stark verunreinigten Flüssigkeiten zu unerwünschter Riefenbildung und dadurch zu erhöhtem Verschleiß kommen.

Vorzuziehen sind zumindest bei geringen und mittleren Belastungen die etwas härteren, rostfreien Stahlsorten ohne Ni-Gehalt. Am besten haben sich auch bei höheren Belastungen gehärtete Chromstähle (13 -17 % Cr) bewährt.

Die bevorzugte Eignung harter Gegenlaufmaterialien hat ihre Ursache unter anderem darin, daß die Ausbildung des Übertragungsfilms von Graphit auf den Gegenlaufwerkstoff mit steigender Härte des Gegenlaufwerkstoffes erleichtert wird.

(Clark und Lancaster [1963]; Giltrow und Lancaster [1970])



Verschiedene Kohlelagerausführungsformen

Erfahrungsgemäß lassen sich mit Gegenlaufwerkstoffen (bei einer Härte von $HRC \geq 40$) die besten Laufergebnisse erzielt.



Die Belastbarkeit

Da Gleitlager aus Kohlenstoff- und Graphitwerkstoffen überwiegend im Bereich der Trocken- und Mischreibung Verwendung finden und damit nicht völlig verschleißfrei laufen, ist es naheliegend, die Belastbarkeit von Kohlelagern auf den Verschleiß zu beziehen. Damit ist es möglich, dem Konstrukteur Hinweise auf die Lebensdauer von Kohlegleitlagern zu geben.

Da der Lagerverschleiß im Bereich der Trockenreibung größer ist als im Gebiet der Mischreibung, wurde zur Erstellung von pxv-Diagrammen für Trockenlauf ein Verschleißwert von $0,7 \mu\text{m}/\text{h}$ und für naßlaufende Kohlegleitlager ein Verschleiß von $0,1 \mu\text{m}/\text{h}$ festgelegt.

Der Visualisierung über pxv-Diagramme, die die maximal zulässige spezifische Lagerbelastung

in Abhängigkeit von der Gleitgeschwindigkeit dokumentieren, gingen bei Schunk Kohlenstofftechnik umfangreiche Gleitlagerprüfstandversuche voraus. Bei den einzelnen Versuchen wurden Gleitgeschwindigkeit sowie spezifische Belastung variiert.

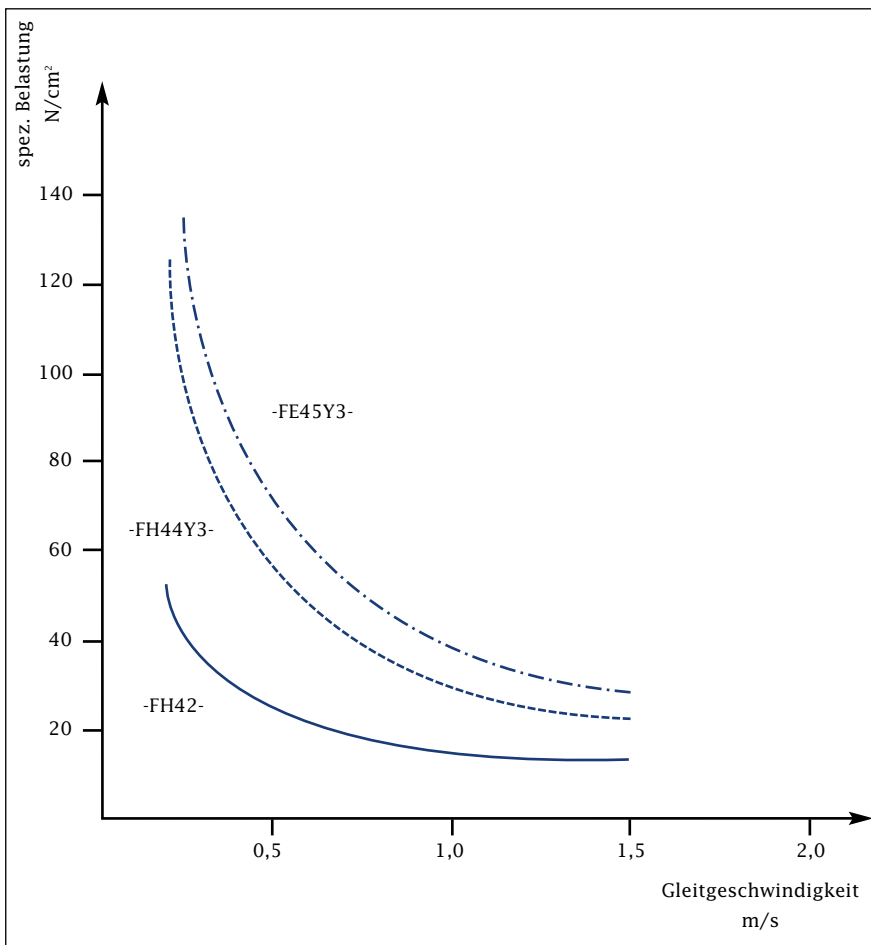
Für die Trockenlaufversuche wurden Radiallager $\varnothing 12/18 \times 10 \text{ mm}$ und Wellen aus nicht rostendem Stahl, Werkstoff-Nr. 1.4104, mit einer Rauhtiefe $R_t \approx 0,7 \mu\text{m}$ verwendet. Die Versuche erfolgten in Luft bei Raumtemperatur.

Die Naßlaufversuche erfolgten unter Leitungswasser bei Raumtemperatur mit Radiallagern $\varnothing 15/35 \times 15 \text{ mm}$ und $\varnothing 20/35 \times 20 \text{ mm}$ und Wellen aus Stahl, Werkstoff-Nr. 1.4122, ebenfalls mit einer Rauhtiefe $R_t \approx 0,7 \mu\text{m}$.

Aus dem pxv-Diagramm 1 ist die Belastbarkeit trockenlaufender Kohlelager unserer nicht imprägnierten Werkstoffe FH42 (Kohle-Graphit), FH44Y3 (Kohle-Graphit) und FE45Y3 (Elektrographit) zu ersehen.

Kohlelager aus dem recht festen und harten Kohlenstoff-Graphit-Werkstoff FH42 sind danach im Trockenlauf am geringsten belastbar. Bereits wesentlich höher belastbar sind Kohlelager aus dem Kohlenstoff-Graphit-Werkstoff FH44Y3 aufgrund des höheren Graphitanteils dieses Werkstoffes.

Von den drei getesteten, nicht imprägnierten Kohlelagerwerkstoffen, zeigt der Elektrographit FE45Y3 die höchste Belastbarkeit. Durch eine Kunstharz imprägnierung wird die Belastbarkeit trockenlaufender Kohlegleitlager nicht unwesentlich erhöht.



Kohlelagerprüfstände (Trockenlauf)

pxv-Diagramm 1
Belastbarkeit von trockenlaufenden Kohlelagern in Abhängigkeit von der Gleitgeschwindigkeit

Bleiimprägnierungen liefern eine deutliche Verbesserung, kommen aber aufgrund ihrer niedrigen Temperatureinsatzgrenze für den Trockenlauf üblicherweise nicht zum Einsatz.

Eine Verbesserung der Belastbarkeit durch eine Antimonimprägnierung ist nur bei geringen Gleitgeschwindigkeiten $< 0,5 \text{ m/sec}$ zu erzielen. Die deutlichste Verbesserung erreicht man durch spezielle Salzimprägnierungen, wie das p_{xv}-Diagramm 2 deutlich zeigt.

In diesem p_{xv}-Diagramm ist die Belastbarkeit des nicht imprägnierten Elektrographits FE45Y3 der Belastbarkeit des salzimprägnierten Elektrographits FE65 gegenübergestellt.

Den p_{xv}-Diagrammen ist zu entnehmen, daß das Produkt p_{xv} für jeden Werkstoff praktisch konstant ist.

Für die einzelnen Werkstoffe wurden folgende Werte ermittelt:

$$\text{FH42 } p_{xv} = 11 \text{ N/cm}^2 \times \text{m/s}$$

$$\text{FH44Y3 } p_{xv} = 30 \text{ N/cm}^2 \times \text{m/s}$$

$$\text{FH45Y3 } p_{xv} = 40 \text{ N/cm}^2 \times \text{m/s}$$

$$\text{FE 65 } p_{xv} = 190 \text{ N/cm}^2 \times \text{m/s}$$

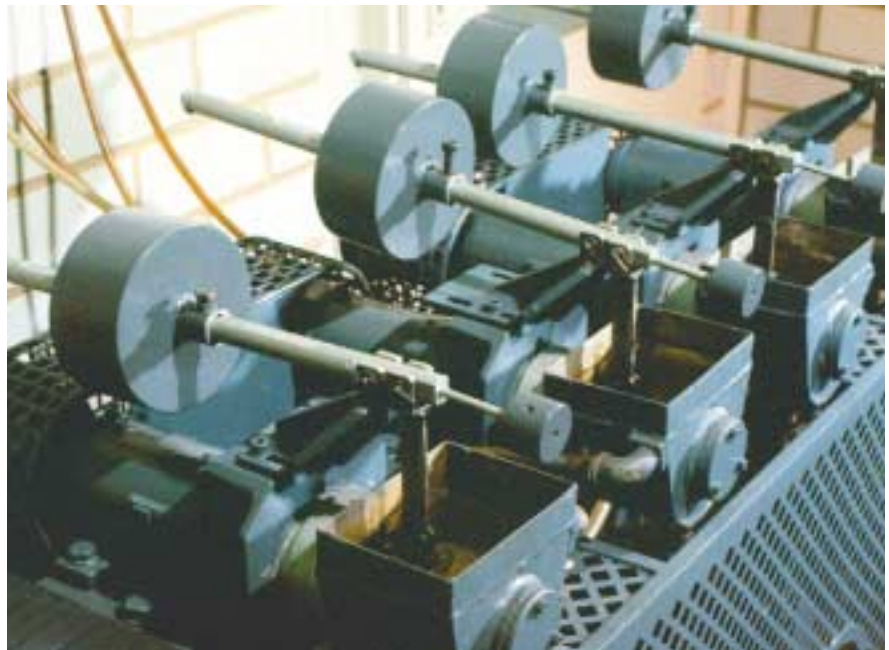
Die Grenzlastkurven sind in den p_{xv}-Diagrammen für Gleitgeschwindigkeiten von 0,2 bis 1,5 bzw. 2 m/sec angegeben.

Bei Gleitgeschwindigkeiten $v < 0,2 \text{ m/sec}$ sollte die für $v = 0,2 \text{ m/sec}$ geltende maximale Belastung nicht wesentlich überschreiten. Bei Gleitgeschwindigkeiten über 1,5 bzw. 2 m/sec ist unter der Voraussetzung $p_{xv} = \text{konstant}$ mit erhöhtem Verschleiß zu rechnen.

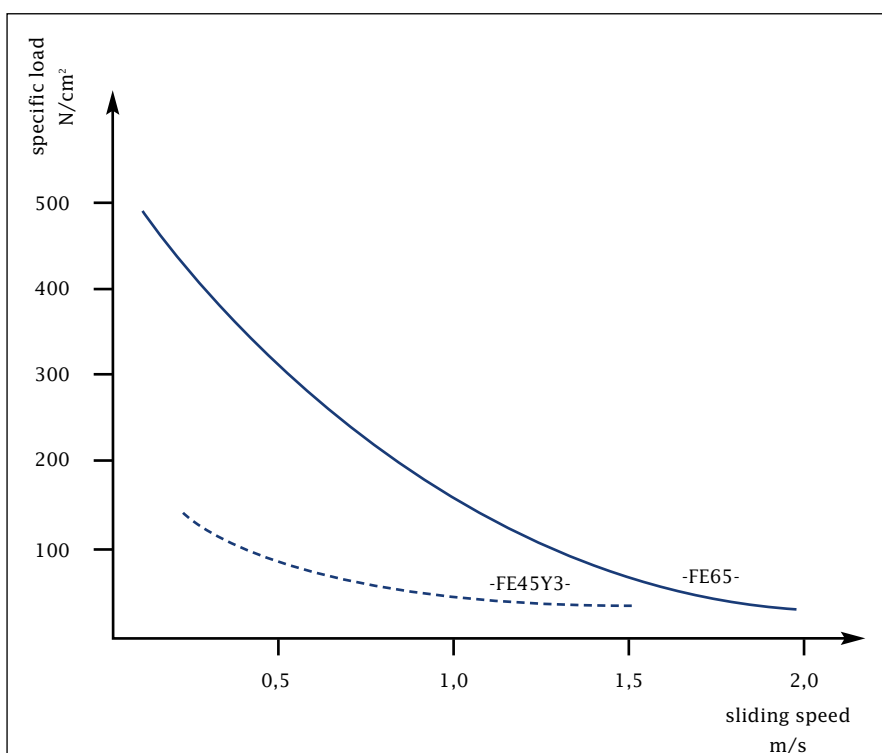
Die für trockenlaufende Radiallager ermittelten Grenzlastkurven behalten auch für trockenlaufende Axiallager ihre Gültigkeit.

Für naßlaufende Kohleradiallager sind in dem p_{xv}-Diagramm 3 die Grenzlastkurven für den kunstharzimprägnierten Kohle-Graphit-Werk-

stoff FH42Z2 und den hartbleiimprägnierten Kohle-Graphit-Werkstoff FH42B aufgezeichnet.



Kohlelagerprüfstände (Naßlauf)



p_{xv} Diagramm 2:
Belastbarkeit von trockenlaufenden Kohlelagern in Abhängigkeit von der Gleitgeschwindigkeit; Gegenüberstellung FE45Y3/FE65

Die Belastbarkeit

Da zur Erstellung einer Grenzlastkurve mehr als 70 Laufversuche über jeweils mindestens 500 h Versuchsdauer notwendig sind, können nicht für alle Schunk Kohlenstofftechnik-Gleitlagerwerkstoffe komplette Grenzlastkurven aufgenommen werden. Aus ergänzenden Versuchsreihen ist aber bekannt, daß nicht imprägnierte Kohle-Graphit-Werkstoffe deutlich niedriger belastbar sind als kunstharz imprägnierte. Neben der Zusammensetzung des Werkstoffes, seiner Härte und Festigkeit, ist die Porosität des Materials von ausschlaggebender Bedeutung für die Belastbarkeit. Gerade bei höheren Porositäten nimmt nämlich der Einfluß der hydrodynamischen Schmierung gerade bei Flüssigkeiten mit wenig ausgeprägter hydrodynamischer Schmierwirkung ab, da sich kein Lagerspaltdruck aufbauen kann.

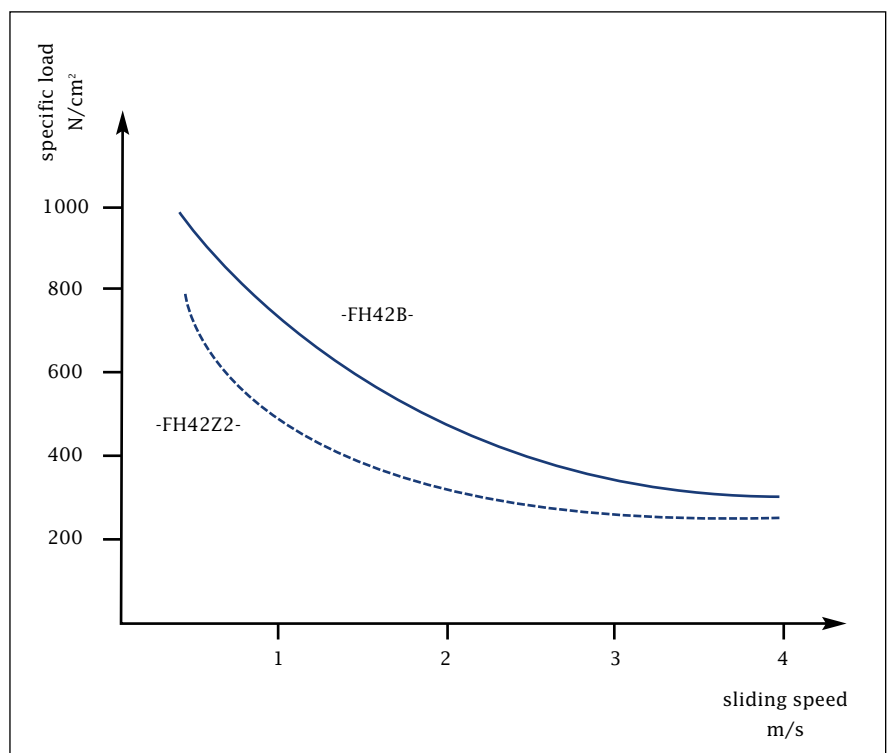
Durch eine Antimonimprägnierung wird gegenüber einer Bleiimprägnierung bei gleichem Grundwerkstoff im Naßlauf noch eine ca. 10%-ige Steigerung der Belastbarkeit erzielt.

Beide im p_{xv}-Diagramm 3 aufgeführten imprägnierten Werkstoffe FH42Z2 und FH42B haben den gleichen Grundwerkstoff FH42. Bei Wahl eines festeren und härteren Grundwerkstoffes wie z. B. der FH82 sind bei gleicher Imprägnierung höhere Belastbarkeiten erzielbar.

Die Verwendung dieser Werkstoffe wie z. B. FH82Z2 oder FH82A setzt aber die Verwendung härterer Gegenlaufwerkstoffe voraus.

Dem Belastbarkeitsdiagramm 3 ist weiterhin zu entnehmen, daß Kohlelager im Naßlauf ganz erheblich höher belastbar sind als im Trockenlauf. Außerdem eignen sich naßlaufende Kohlelager für wesentlich

höhere Gleitgeschwindigkeiten. Die maximale Gleitgeschwindigkeit von 4,1 m/sec im Belastbarkeitsdiagramm stellt keinesfalls eine Einsatzgrenze dar, sondern wurde durch die gegebenen Versuchsbedingungen bestimmt.



p_{xv} Diagramm 3:
Belastbarkeit in Abhängigkeit von der Gleitgeschwindigkeit von Kohlelagern im Naßlauf



Pumpen-Prüfstand

Die Grenzlastkurven von p_{xv}-Diagramm 3 wurden für naßlaufende Radiallager aufgenommen und sind nur mit Einschränkungen, die von Konstruktion und damit erreichbarer Flüssigkeitsschmierung abhängen, auf Axiallager übertragbar.

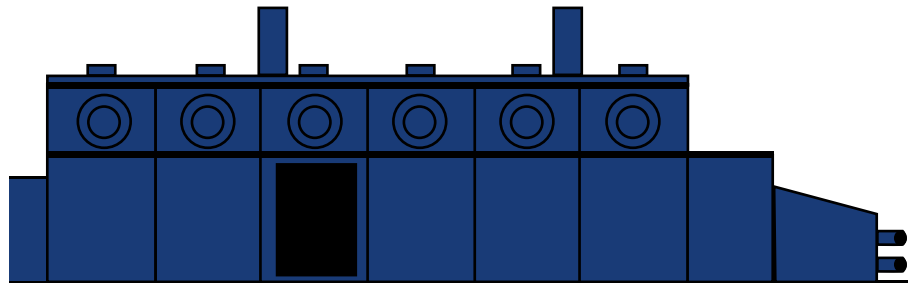
Von segmentierten Axiallagern abgesehen sind deshalb Axiallager stets mit Schmiernuten zu versehen.

Die Anwendungsgebiete

Anwendungsgebiete mit Werkstoffempfehlungen

Die nachfolgende Zusammenstellung über Anwendungsgebiete für Kohleleitlager erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es wurden nur die heute wichtigsten Anwendungsgebiete berücksichtigt. Darüber hinaus sind wir der festen Überzeugung, daß sich auch in Zukunft dank der wertvollen Eigenschaften der Werkstoffgruppe Kohlenstoff/Graphit für Kohleleitlager weitere neue Einsatzgebiete erschließen lassen.

Darüber hinaus sind wir auch stets bemüht, in enger Zusammenarbeit mit unseren Kunden vorhandene Werkstoffe für neue Aufgaben zu verbessern oder neue Werkstoffe zu entwickeln.



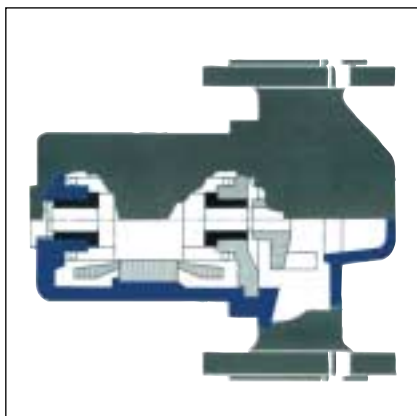
Kohlelager für Furniertrockner

Die für die verschiedenen Anwendungen genannten Werkstoffe von Schunk Kohlenstofftechnik sind als Empfehlung zu verstehen, da sich diese für den jeweiligen Anwendungsfall bewährt haben.

Im Einzelfall können spezielle Betriebsbedingungen die Verwendung auch eines anderen Kohle-Graphit-Werkstoffes notwendig erscheinen lassen. Unsere Anwendungstechnik und Entwicklung steht für entsprechende Fragen stets zur Verfügung.



Kohlelager für Furniertrockner



Spaltröhrepumpe mit Kohlelagern

Anwendungsgebiete

Werkstoffempfehlung

Trockenlauf

Furniertrockner	FH42; FH44Z2
Trockner für Gips bzw. Gipskarton	FE45Y3; FE65
Glasbehandlungsöfen	FE45Y3; FE65
Transportketten für Ofenanlagen	FH42
Kühlgestelle in Walzwerken	FE45Y3
Leitschaufelverstellungen von Turboverdichtern	FE45Y3
Ventilklappen	FE45Y3
Flügelzellenpumpen und Luftverdichter	FH42Z2; FF511

Naßlauf

Färbereimaschinen	FH42; FE45Y3
Bleichmaschinen	FE45Y3
Industrielle Waschanlagen	FH42; FH42Z2
Galvanische Anlagen	FH42; FE45Y3
Flüssigkeitszähler	FH42Y3; FH42A
Zahnradpumpen	FH42Y3; FH42A
Unterwasserpumpen	
Radiallager	FH42Z2; FH42B
Axiallager	FH42Z5; FH82Z5; FH82A
Druckerhöhungspumpen	FH42B; FH42ZP2
Brauchwasserpumpen	FH42ZP2
Chemiepumpen	FH42Z2; FH42Y3; FE45Y3
Heizungsumwälzpumpen	FH42B; FH42Z2
Pumpen für Wärmeträgeröle	FH42A
Pumpen für flüssige Gase	FH42A; FH42Z2; FH82A
Treibstoffpumpen (industriell)	FH42A
Benzinförder- und Einspritzpumpen für Pkw	FH531B; FF511; FF931; FH421B
Pumpen und Aggregate der Nahrungsmittel-, Pharma- und Kosmetikindustrie	FH42ZP2; FH42Z2; FH42Y3

Schunk
Kohlenstofftechnik GmbH

Rodheimer Straße 59
35452 Heuchelheim, Germany

Telefon: +49 (0) 641 608-0

Telefax: +49 (0) 641 608-17 26

tribo@schunk-group.com

www.schunk-group.com