



# Gleitlager

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
<b>Charakteristische Eigenschaften für den Einsatz als Gleitlagerwerkstoff .....</b>	<b>3</b>
▪ Lagergestaltung .....	3
▪ Allgemeine Richtlinien .....	3
<b>Der Einbau .....</b>	<b>4</b>
▪ Einpressen .....	4
▪ Empfohlene Toleranzfelder vor dem Kalteinpressen .....	4
▪ Einschrumpfen .....	4
▪ Empfohlene Toleranzfelder vor dem Wärmeinschrumpfen .....	5
<b>Das Lagerspiel .....</b>	<b>6</b>
▪ Trockenlauf .....	6
▪ Nasslauf .....	6
▪ Gegenlaufwerkstoffe und ihre Oberflächengüte .....	6
<b>Die Belastbarkeit .....</b>	<b>8</b>
<b>Die Anwendungsgebiete .....</b>	<b>11</b>
▪ Anwendungsgebiete mit Werkstoffempfehlungen .....	11

# Charakteristische Eigenschaften für den Einsatz

## ... als Gleitlagerwerkstoff

**Kohlenstoff- und Graphitwerkstoffe zeichnen sich durch folgende charakteristische Eigenschaften aus:**

- ausgezeichnete Gleit- und Trockenlaufeigenschaften, geringer Reibungskoeffizient,
- gute chemische Beständigkeit,
- hohe Wärmeleitfähigkeit,
- ausgezeichnetes Thermoschockverhalten,
- hervorragende Formbeständigkeit,
- hohe Ermüdungsfestigkeit.

Aufgrund dieser Eigenschaften werden Kohlenstoff- und Graphitwerkstoffe als Gleitlager in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt, beispielsweise im Hoch- und Tieftemperaturbereich, in der chemischen und petrochemischen Industrie, im Lebensmittel-

Pharmazie- und Kosmetikbereich, in der modernen Automobiltechnik sowie in der Reaktortechnik. Gesonderte Druckschriften geben Auskunft über Herstellung und physikalische Eigenschaften unserer Kohlenstoff- und Graphitwerkstoffe. Sie finden diese Druckschriften im PDF-Format unter [www.schunk-tribo.com](http://www.schunk-tribo.com).

## Lagergestaltung

Maßgebend für Radial- und Bundlager aus Kohlenstoffwerkstoffen ist DIN 1850, Blatt 4 („Buchsen für Gleitlager aus Kunstkohle“).

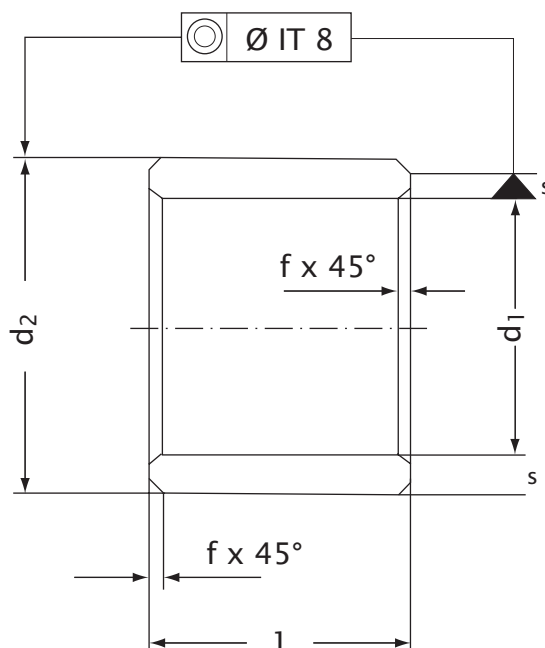
## Allgemeine Richtlinien

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

Bei Bundlagern gelten für die Bund-

stärke etwa dieselben Angaben wie für die Wandstärke. Bei eingeschrumpften Bundlagern sind allerdings besondere Vorschriften für die Bundgestaltung zu beachten (siehe Abbildung, Seite 5, unten). Bei Radial- und Axiallagern für Trockenlauf werden keine Schmier-  
nuten 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) hingegen sollten mit Stirnnuten versehen werden. Vorschläge für die Ausführung der Stirnnuten werden auf Anfrage gerne unterbreitet.



# Der Einbau

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

Wegen der relativ geringen Wärmeausdehnung von Kohlenstoffwerkstoffen gewährleisten die bei Metallen üblichen Press- und Schrumpfsitze einen festen Sitz des Kohlelagers nur bis zu entsprechend niedrigen Temperaturen.

## Einpressen

Ein Kaltpress-Sitz der Kohlelager in Stahlfassungen entsprechend H7/s6 ist daher nur bis zu maximalen Lagertemperaturen von etwa 120 bis 150 °C anwendbar.

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

Eine noch größere Durchmesserüberschneidung als entsprechend H7/s6 ist für das Kalteinpressen von Kohlelagern wegen der Gefahr des Abscherens nicht zu empfehlen. Ausgenommen hiervon sind Gehäuse oder Fassungen aus Kunststoff. Beim Kalteinpressen der Kohlelager muss besonders sorgfältig darauf geachtet werden, die Lager nicht zu verkanten, da es sonst, hauptsächlich bei dünnwandigen Lagern, zum Bruch kommen kann.

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

## Empfohlene Toleranzfelder vor dem Kalteinpressen:

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

Daraus 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. Hier ist es sinnvoll, eine Fase bzw. einen Kantenbruch von 15 – 30° am Stahl anzubringen.

## Einschrumpfen

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 zu erhitzen, welche etwa 100 bis 150 °C über der maximal zu erwartenden Betriebstemperatur liegen. 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



Kohlelager mit Metallfassung

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 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.

Sind enge Toleranzen gefordert, ist der Verwendung von in Stahlfassungen eingeschrumpften Kohlelagern der Vorzug zu geben, die wie metallische Gleitlager in die Aufnahmebohrung eingepresst werden können.

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

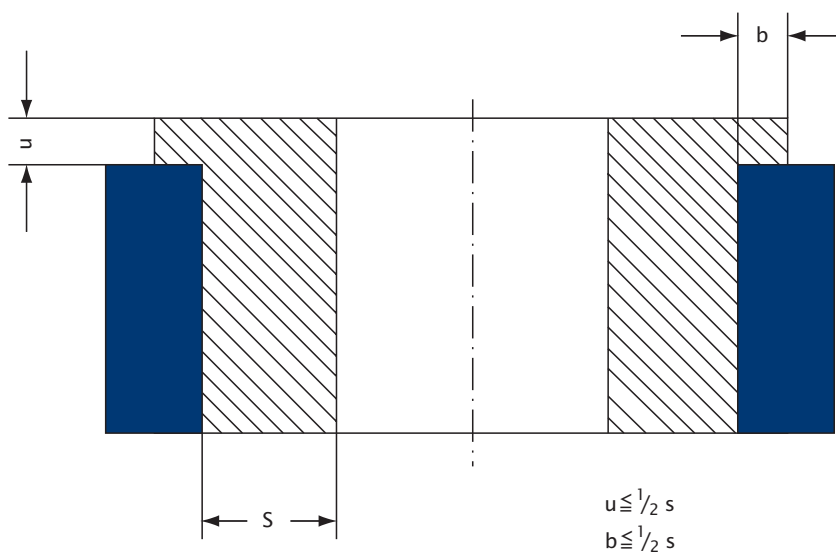
Nach dem Einschrumpfen steht das Kohlelager in der Metallfassung unter Druckspannung. Das Kohlenstoffmaterial wird durch die metallische Fassung so gut unterstützt, dass es anschließend bis auf sehr geringe Wandstärken ausgedreht werden kann.

Beim Einschrumpfen von Bundlagern ist zu beachten, dass Bundhöhe sowie Bundweite möglichst nicht mehr als die Hälfte der Lagerwandstärke betragen sollen, da es sonst beim Einschrumpfen oder später in der Praxis bei Belastungen zum Abplatzen des Bundes kommen kann (siehe Skizze).

### Empfohlene Toleranzfelder vor dem Wärmeinschrumpfen:

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

Daraus ergibt sich für den Innendurchmesser  $d_1$  nach dem Einschrumpfen H9. Für genaue Toleranzeinhaltung wird im Anschluss an das Einschrumpfen ein Nacharbeiten auf Maß empfohlen.



# Das Lagerspiel

Bei der Festlegung des Lagerspiels muss der im Verhältnis zu den meisten Wellenmaterialien niedrige Wärmeausdehnungskoeffizient von Kohlenstoffwerkstoffen berücksichtigt werden. 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.

Wir empfehlen folgende Werte für das Lagerspiel:

## Trockenlauf

bei Betriebstemperatur 0,3 – 0,5 % des Wellendurchmessers

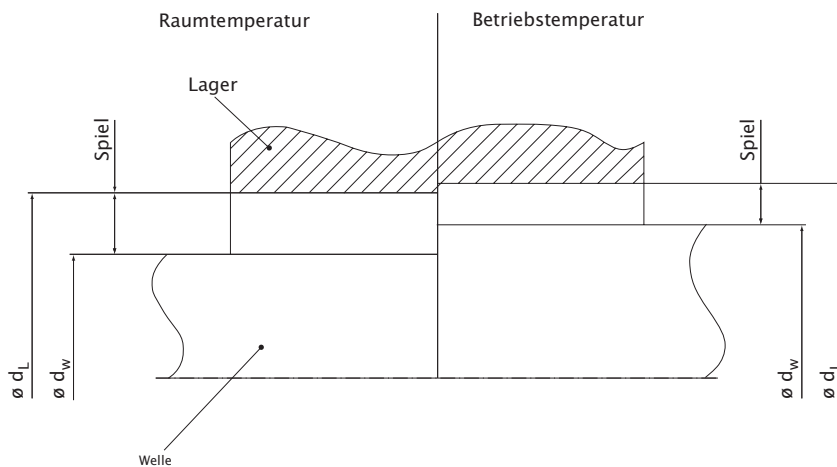
## Nasslauf

bei Betriebstemperatur 0,1 – 0,3 % des Wellendurchmessers

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

Im Falle eingeschrumpfter Kohlelager, die 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.



Spiel Raumtemperatur = Spiel Betriebstemperatur +  $\Delta dW$  -  $\Delta dL$

$\Delta dW - \Delta dL = (\alpha_{\text{Welle}} - \alpha_{\text{Lager}}) \cdot d \cdot \Delta T$

## 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 werden bei einer Rautiefe der Gegenlauffläche von  $R_t \leq 1 \mu\text{m}$  erzielt. Höhere Rautiefen der Gegenlauffläche von bis zu  $R_t \approx 2 \mu\text{m}$  bewirken lediglich erhöhten Einlaufverschleiß während der Einlaufphase.

Zu empfehlen sind feinstgeschliffene und für hohe Beanspruchungen superfinishte Wellen. Gezogene Wellen sind nur bei sehr niedrigen Gleitgeschwindigkeiten und Belastungen zulässig. Geschlichtete Wellen sind für Kohlelager ungeeignet.

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

Vom Einsatz nicht besonders harter, nickelhaltiger, rostfreier Stahlsorten als Gegenlaufmaterial ist abzuraten, wenn andere, besser geeignete Werkstoffe verwendet werden können. Es kann dabei insbesondere bei Trockenlauf, bei unzureichender Flüssigkeitsschmierung sowie in stark verunreinigten Flüssigkeiten zu unerwünschter Riefenbildung und, damit verbunden, zu erhöhtem Verschleiß kommen.



*Einteiliges/Mehrteiliges Radiallager mit Spiralnut*

Vorzuziehen sind zumindest bei geringen und mittleren Belastungen härtere, rostfreie Stahlsorten ohne Nickel. Am besten bewährt haben sich auch bei höheren Belastungen gehärtete Chromstähle (13 -17% Cr). Die bessere 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.

Erfahrungsgemäß werden bei Verwendung von Gegenlaufwerkstoffen bei einer Härte von  $\text{HRC} \geq 40$  die besten Laufergebnisse erzielt.



*Axiallager*

# 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 nahe liegend, den Verschleiß von Kohlelagern als Maß für die Belastbarkeit heranzuziehen. 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  $p \cdot v$ -Diagrammen für Trockenlauf ein Verschleißgrenzwert von  $0,7 \mu\text{m}/\text{h}$  und für nasslaufende Kohlegleitlager von  $0,1 \mu\text{m}/\text{h}$  festgelegt.

Zur Aufnahme der  $p \cdot v$ -Diagramme, aus denen die maximal zulässige spezifische Lagerbelastung in Abhängigkeit von der Gleitgeschwindigkeit hervorgeht, wurden bei Schunk umfangreiche Prüfversuche auf einer Reihe von Gleitlagerprüfständen durchgeführt. Bei den einzelnen Versuchen wurden Gleitgeschwindigkeit sowie spezifische Belastung variiert.

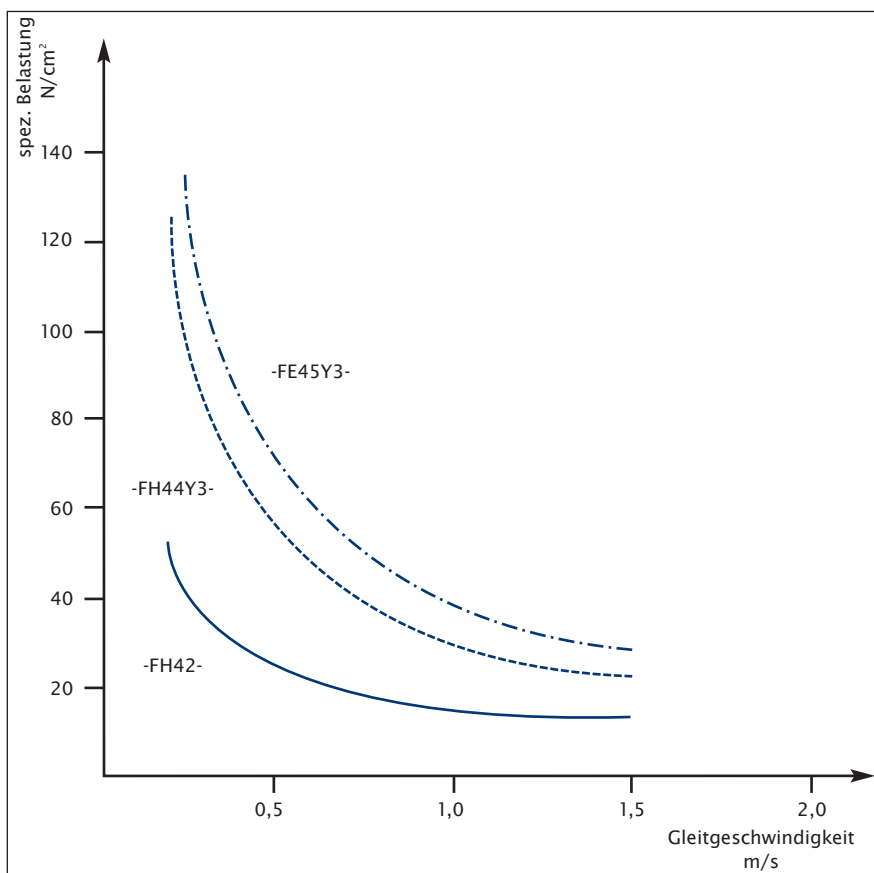
Für die Trockenlaufversuche wurden Radiallager  $\varnothing 12/18 \times 10 \text{ mm}$  und Wellen aus nicht rostendem Stahl, Werkstoff-Nr. 1.4104, mit einer Rautiefe  $R_t \approx 0,7 \mu\text{m}$  verwendet. Die Versuche wurden in Luft bei Raumtemperatur durchgeführt.

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 Rautiefe  $R_t \approx 0,7 \mu\text{m}$ .

Aus dem  $p \cdot v$ -Diagramm 1 ist die Belastbarkeit trockenlaufender Kohlelager unserer nicht imprägnierten Werkstoffe FH42 (Kohlenstoffgraphit), FH44Y3 (Kohlenstoffgraphit) und FE45Y3 (Elektrographit) zu ersehen.

Kohlelager aus dem recht festen und harten Kohlenstoffgraphitwerkstoff FH42 sind danach im Trockenlauf am wenigsten belastbar. Aufgrund des höheren Graphitanteils des Kohlenstoffgraphitwerkstoffes FH44Y3, sind Kohlelager aus diesem Material bereits wesentlich höher belastbar.

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



**$p \cdot v$ -Diagramm 1:**

Belastbarkeit von trockenlaufenden Kohlelagern in Abhängigkeit von der Gleitgeschwindigkeit

Eine Steigerung der Belastbarkeit durch eine Antimonimprägnierung wird nur bei geringen Gleitgeschwindigkeiten von unter 0,5 m/s erzielt. Spezielle Salzimprägnierungen führen zu den deutlichsten Verbesserungen, wie  $p \cdot v$ -Diagramm 2 zeigt.

In diesem  $p \cdot v$ -Diagramm ist die Belastbarkeit des nicht imprägnierten Elektrographits FE45Y3 der Belastbarkeit des salzimprägnierten Elektrographits FE65 gegenübergestellt.

Den  $p \cdot v$ -Diagrammen ist zu entnehmen, dass das Produkt  $p \cdot v$  für jeden Werkstoff praktisch konstant ist.

#### Für die einzelnen Werkstoffe wurden folgende Werte ermittelt:

- FH42  $p \cdot v = 11 \text{ N/cm}^2 \times \text{m/s}$
- FH44Y3  $p \cdot v = 30 \text{ N/cm}^2 \times \text{m/s}$
- FE45Y3  $p \cdot v = 40 \text{ N/cm}^2 \times \text{m/s}$
- FE65  $p \cdot v = 190 \text{ N/cm}^2 \times \text{m/s}$

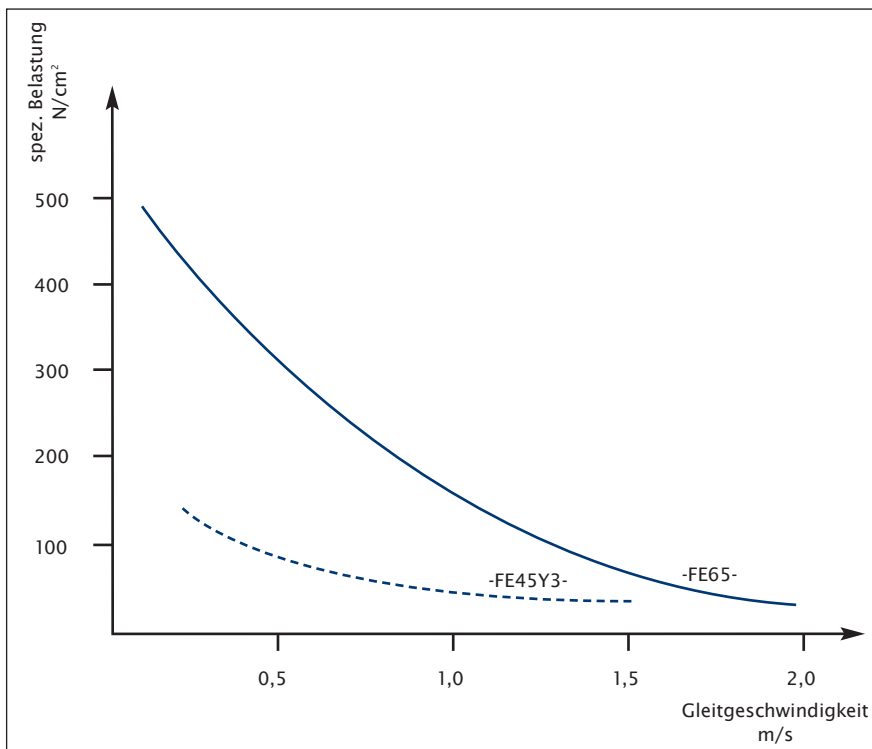
Die Grenzlastkurven sind in den  $p \cdot v$ -Diagrammen für Gleitgeschwindigkeiten von 0,2 bis 1,5 bzw. 2 m/s angegeben.

Bei Gleitgeschwindigkeiten von  $v < 0,2 \text{ m/s}$  sollte die für  $v = 0,2 \text{ m/s}$  geltende maximale Belastung nicht wesentlich überschritten werden.

Bei Gleitgeschwindigkeiten über 1,5 bzw. 2 m/s ist unter der Voraussetzung  $p \cdot v = \text{konstant}$  mit erhöhtem Verschleiß zu rechnen.

Die für trockenlaufende Radiallager ermittelten Grenzlastkurven gelten auch für trockenlaufende Axiallager.

Für nasslaufende Kohleradiallager sind in dem  $p \cdot v$ -Diagramm 3 die Grenzlastkurven für den kunstharzimprägnierten Kohlenstoffgraphitwerkstoff FH42Z2 und den antimonimprägnierten Kohlenstoffgraphitwerkstoff FH42A dargestellt.



**$p \cdot v$  Diagramm 2:**  
Belastbarkeit von trockenlaufenden Kohlelagern in Abhängigkeit von der Gleitgeschwindigkeit; Gegenüberstellung FE45Y3/FE65

# Die Belastbarkeit

Zur Erstellung einer Grenzlastkurve waren mehr als 70 Laufversuche über jeweils mindestens 500 h Versuchsdauer notwendig. Aus diesem Grund können nicht für alle Schunk-Gleitlagerwerkstoffe komplette Grenzlastkurven aufgezeichnet werden. Aus ergänzenden Versuchen ist bekannt, dass nicht imprägnierte Kohlenstoffgraphitwerkstoffe eine deutlich niedrigere Belastbarkeit besitzen als kunstharzimprägnierte.

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 insbesondere bei Flüssigkeiten mit wenig ausgeprägter hydrodynamischer Schmierwirkung ab, da sich kein Lagerspaltdruck aufbauen kann.

Beide im  $p \cdot v$ -Diagramm 3 aufgeführten imprägnierten Werkstoffe FH42Z2 und FH42A beruhen auf dem Grundwerkstoff FH42. Durch den Einsatz eines festeren und härteren Grundwerkstoffes, wie z. B. FH82, sind bei gleicher Imprägnierung höhere Belastbarkeiten erzielbar.

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

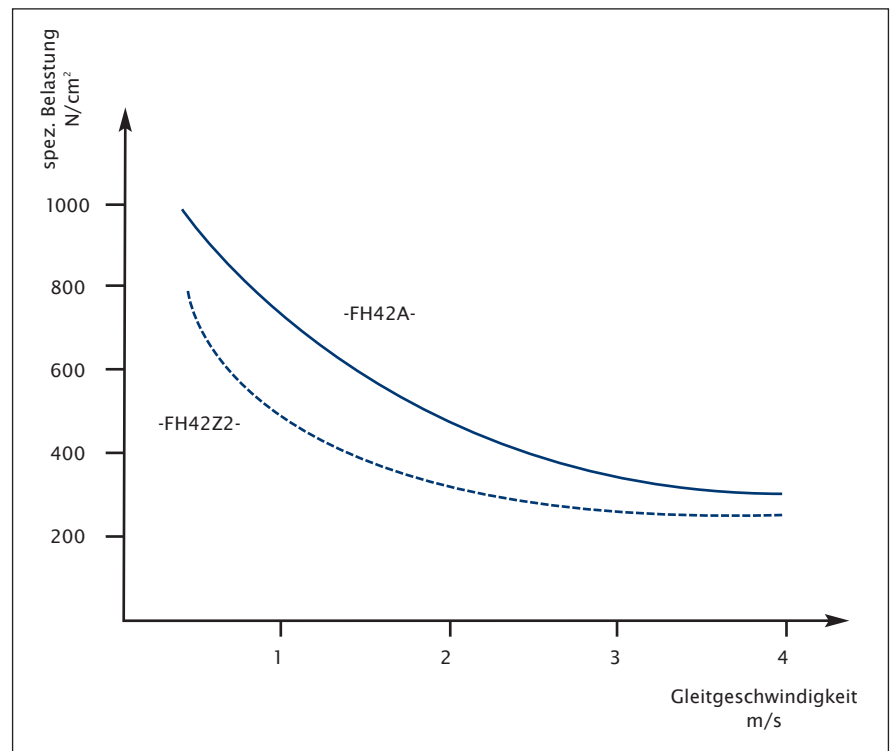
Dem Belastbarkeitsdiagramm 3 ist weiterhin zu entnehmen, dass Kohlelager im Nasslauf erheblich höher belastbar sind als im Trockenlauf. Auch können nasslaufende Kohlelager bei wesentlich höheren Gleitgeschwindigkeiten eingesetzt werden. Die maximale

Gleitgeschwindigkeit von 4,1 m/s im Belastbarkeitsdiagramm stellt keinesfalls eine Einsatzgrenze dar, sondern wurde durch die möglichen Versuchsbedingungen bestimmt.

Die Grenzlastkurven des  $p \cdot v$ -Diagramms 3 wurden für nasslaufende Radiallager bestimmt. Daher sind sie

nur mit Einschränkungen, die von der Konstruktion und damit von der erreichbaren Flüssigkeitsschmierung abhängen, auf Axiallager übertragbar.

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



**$p \cdot v$  Diagramm 3:**

Belastbarkeit in Abhängigkeit von der Gleitgeschwindigkeit von Kohlelagern im Nasslauf

# Die Anwendungsgebiete

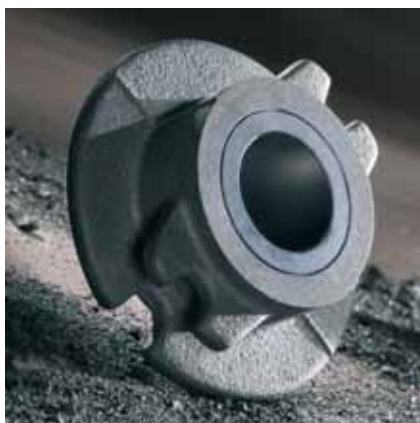
## Anwendungsgebiete mit Werkstoffempfehlungen

Die nachfolgende Zusammenstellung der Anwendungsgebiete für Kohleleitlager erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es wurden die heute wichtigsten Anwendungsgebiete berücksichtigt. Darüber hinaus sind wir der festen Überzeugung, dass sich wie in der Vergangenheit auch in der Zukunft weitere neue Einsatzgebiete unter Berücksichtigung der in ihrer Gesamtheit einmaligen Eigenschaften der Werkstoffgruppe Kohlenstoffgraphit für Kohleleitlager ergeben werden.

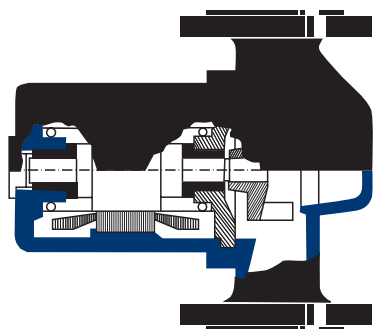
Kontinuierliche Neu- und Weiterentwicklungen unserer Kohlenstoffwerkstoffe erweitern die Einsatzbereiche und tragen höchsten Anforderungen Rechnung.

Die für die nachfolgenden Anwendungen aufgeführten Schunk-Werkstoffe haben sich für den jeweiligen Anwendungsfall bewährt und sind als Empfehlung zu verstehen. Im Einzelfall können spezielle Betriebsbedingungen die Verwendung auch eines anderen Kohlenstoffgraphit-Werkstoffes erfordern.

Unsere Mitarbeiter der Anwendungstechnik beraten Sie gerne!



Kohlelager für Furniertrockner/Gipstrockner



Spaltröhrempume 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
Leitschaukelverstellungen von Turboverdichtern	FE45Y3
Ventilkappen	FE45Y3
Flügelzellenpumpen und Luftverdichter	FH42Z2

#### Nasslauf

Färbereimaschinen	FH42, FE45Y3
Bleichmaschinen	FE45Y3
Industrielle Waschanlagen	FH42, FH42Z2
Galvanische Anlagen	FH42, FE45Y3
Flüssigkeitszähler	FH42Y3, FH42A
Zahnradpumpen	FH42Y3, FH42A
Unterwasserpumpen	
Radiallager	FH42Z2, FH42A
Axiallager	FH42Z5, FH82Z5, FH82A
Druckerhöhungspumpen	FH42ZP2, FH42A
Brauchwasserpumpen	FH42ZP2
Chemiepumpen	FH42Z2, FH42Y3, FE45Y3, SiC30
Heizungsumwälzpumpen	FH42A, FH42Z2, FH82A, FC941
Pumpen für Wärmeträgeröle	FH42A
Pumpen für flüssige Gase	FH42A, FH42Z2, FH82A, FH71A, FH71ZH
Treibstoffpumpen (industriell)	FH42A
Benzinförder- und Einspritzpumpen für Pkw	FH531A, FF521, FH541
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

[sse@schunk-group.com](mailto:sse@schunk-group.com)

[www.schunk-tribo.com](http://www.schunk-tribo.com)