

FAG



FAG Hybrid-Rillenkugellager

Technische Information

Ein Unternehmen der
Schaeffler Gruppe

FAG Hybrid-Rillenkugellager

Anwendung · Keramikwerkstoff Siliziumnitrid

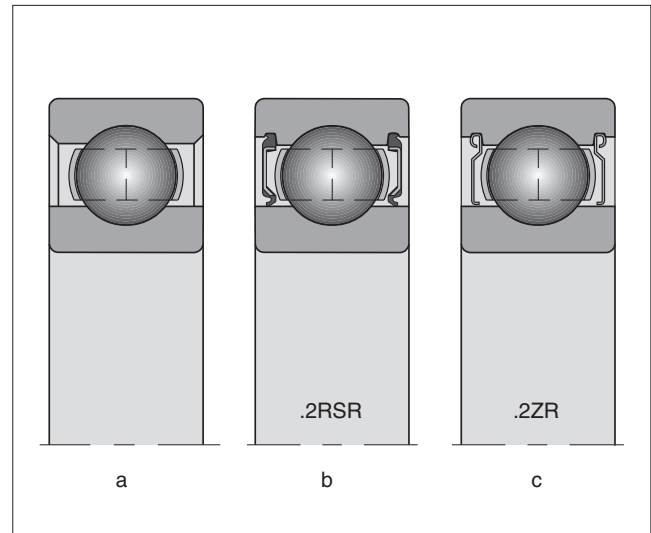
Anwendung von FAG Hybrid-Kugellagern

In Werkzeugmaschinen und in der Luft- und Raumfahrt sind Hybridlager – im Allgemeinen Lager mit Keramikwälzkörpern und Ringen aus Stahl - schon vor vielen Jahren zum Standard geworden. Bekanntestes Beispiel sind Hybrid-Spindellager.

In zunehmendem Maß kommen heute auch Hybridlager in Anwendungen des allgemeinen Maschinenbaues zum Einsatz. Dies gilt besonders dann, wenn mit herkömmlichen Lagern Probleme auftreten, z. B. bei Schmierung, Drehzahl, Temperatur oder Stromdurchgang.

Herkömmliche Lager mit Kugeln aus Stahl (Stahllager) sind austauschbar gegen Hybridlager, weil sie die gleichen Hauptabmessungen und Toleranzen haben.

FAG Hybridlager werden durch das Vorsetzzeichen HC gekennzeichnet. Die Lager gibt es in den gleichen Ausführungen wie Stahllager, also auch mit Dichtscheiben und Deckscheiben, Bild 1.



1: Hybrid-Rillenkugellager; a) offen; b) mit Dichtscheiben auf beiden Seiten; c) mit Deckscheiben auf beiden Seiten

Siliziumnitrid als geeigneter Keramikwerkstoff

Vor ca. 30 Jahren hat FAG angefangen, sich mit der Verwendung von keramischen Werkstoffen in Wälzlagern zu beschäftigen. Von den unterschiedlichen Keramikmaterialien wird in Wälzlagern fast ausschließlich der

Werkstoff Siliziumnitrid (Si_3N_4) genutzt. Siliziumnitrid ist der Werkstoff, der in Kombination typischer Eigenschaften keramischer Werkstoffe die höchste Leistung erreicht, Bild 2.

2: Vergleich typischer Werkstoffkennwerte für Siliziumnitrid und Wälzlagerstahl 100Cr6

Werkstoffkennwerte		Siliziumnitrid Si_3N_4	Wälzlagerstahl 100Cr6
Dichte	g/cm ³	3,2	7,8
Thermischer Längenausdehnungs-Koeffizient	10 ⁻⁶ /K	3,2	11,5
E-Modul	MPa	315 000	210 000
Poissonsche Zahl		0,26	0,3
Spezifischer elektrischer Widerstand	$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	10 ¹⁷	10 ⁻¹
Härte	HV10	1600 bis 800 °C	700 bis 150 °C

FAG Hybrid-Rillenkugellager

Gebrauchsdauer · Elektrische Eigenschaften · Drehzahleignung

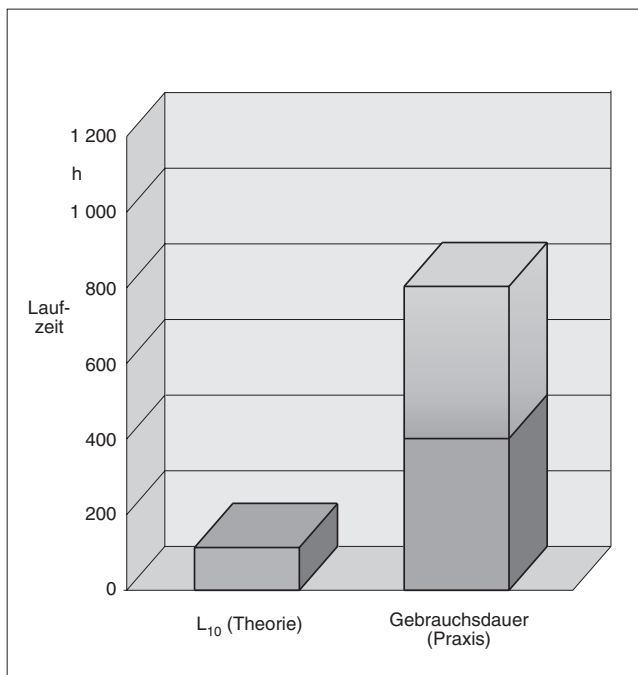
Gebrauchsdauer der Hybridlager

Die Lagergebrauchsdauer der Hybrid-Rillenkugellager ist sowohl bei Fett- als auch bei Ölschmierung um ein Mehrfaches höher als die von Lagern mit Stahlkugeln. Bei Mangelschmierung steigt sie auf ein Vielfaches.

Reibung und Adhäsion zwischen Keramik und Stahl und infolgedessen der Verschleiß sind sehr gering - speziell beim Kaltstart. Bei abgedichteten Lagern bleibt in den Rollkontakten die hohe Sauberkeit erhalten – Voraussetzung für eine lange Lagergebrauchsdauer. Durch die zusätzliche Dichtwirkung nach innen und außen bleibt das Fett im Kontaktbereich; Verunreinigungen können nicht in das Lager gelangen.

Gute Notlaufeigenschaften infolge der geringen Adhäsion und Reibung bewahren Hybridlager bei Mangelschmierung oder Trockenlauf vor dem Fressen.

Die Fettgebrauchsdauer (siehe auch Abschnitt „Schmierung“) ist in vielen Anwendungsfällen der Hybridlager gegenüber der Ermüdungslebensdauer L_{10} der entscheidende Faktor bei der Auslegung der Lagerung.



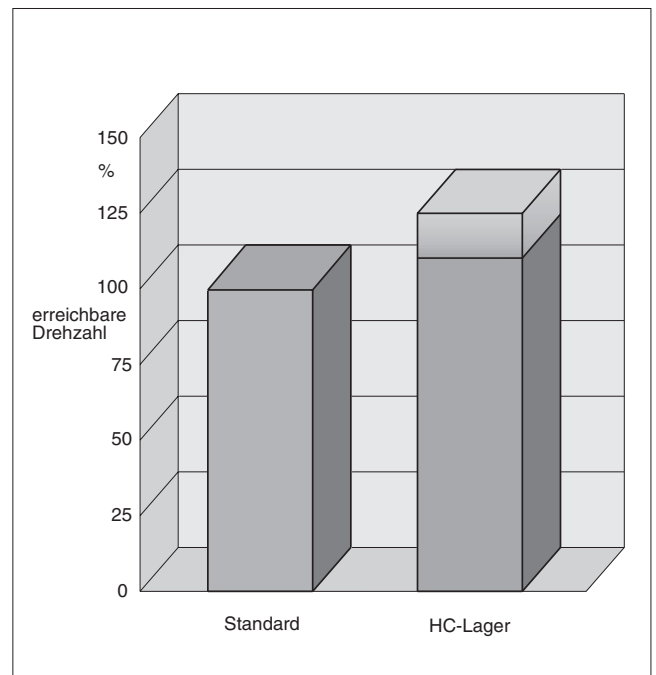
3: Gebrauchsdauer von HC-Lagern

Elektrische Eigenschaften

Auf Grund des hohen elektrischen Widerstandes wirken HC-Lager wie Isolatoren, siehe Tabelle 2. Sie sind auch unempfindlich gegenüber kapazitiven Strömen. Sie können also überall dort eingesetzt werden, wo eine Gefährdung durch Stromdurchgang vorliegt.

Drehzahleignung

Die erreichbare Drehzahl von HC-Lagern kann um über 10 % höher angesetzt werden als bei Standardlagern. Wenn neben dem Kugelmaterial auch die anderen drehzahlbestimmenden Faktoren wie Radialspiel, Schmierung, Umbauteilegenauigkeit usw. angepasst sind, können noch höhere Steigerungen erreicht werden, Bild 4.



4: Drehzahleignung von HC-Lagern und Standardlagern

FAG Hybrid-Rillenkugellager

Schmierung · Reibung und Temperatur · Notlaufeigenschaften · Weitere vorteilhafte Eigenschaften

Schmierung

Hybridlager müssen - wie auch Stahllager - geschmiert werden, jedoch ist der Schmierstoffbedarf niedriger anzusetzen. Für die Hybridlager können alle gängigen Wälzlagerschmierstoffe genommen werden. Auf Grund der günstigen Materialpaarung und der kleineren Kontaktfläche kann mit einer deutlich höheren, mindestens doppelt so hohen Fettgebrauchsdauer wie bei Standard-Rillenkugellagern gerechnet werden, Bild 5.

Reibung und Temperatur

Die Betriebstemperatur liegt bei gleicher Drehzahl niedriger als bei Lagern mit Stahlkugeln. Erwärmung resultiert aus Reibung, und die ist bei Keramik-Stahl-Paarungen niedrig.

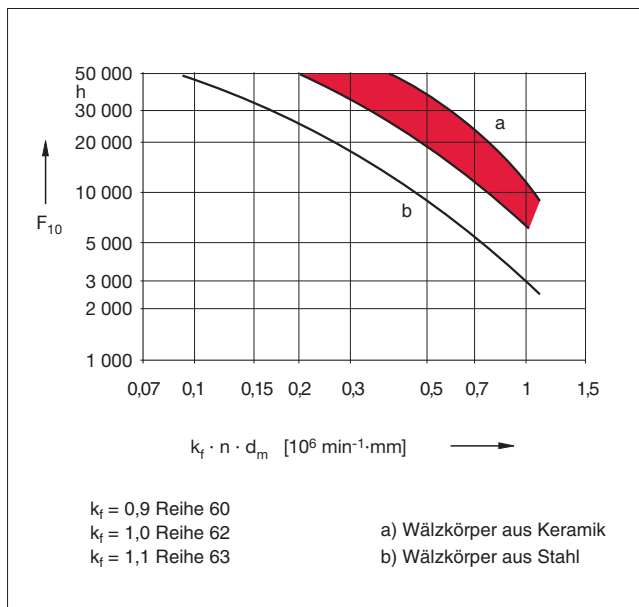
Wegen der niedrigen Betriebstemperatur und der guten tribologischen Eigenschaften dieser Materialpaarung kann die vorteilhafte Fettschmierung bis in hohe Drehzahlbereiche beibehalten werden.

Notlaufeigenschaften

Beim Aussetzen der Schmierung hat das Hybridlager eine längere Restlaufzeit. Dies wurde bei oil-off Versuchen unter Beweis gestellt.

Weitere vorteilhafte Eigenschaften

- Keramik ist antimagnetisch.
- Keramik ist chemisch sehr beständig.
- Hybridlager sind deutlich weniger empfindlich gegenüber Schlupf als Stahllager.
- Auf Grund der geringeren Kugelmasse sind höhere Anfahr- und Bremsbeschleunigungen zulässig.
- Der Verschleiß an den Laufflächen ist niedriger.



5: Fettgebrauchsdauer F_{10} für Hybridlager und Stahllager, gültig für Hochgeschwindigkeitsfette

FAG Hybrid-Rillenkugellager

Wirtschaftlichkeit · Bestellbezeichnung · Weitere Hybrid-Kugellager

Wirtschaftlichkeit

Die Kosten der Hybridlager liegen deutlich über denen der Lager mit Stahlkugeln. Für die Wirtschaftlichkeit ausschlaggebend ist aber die Amortisationszeit. Wegen ihres günstigen Preis-Leistungs-Verhältnisses rechnen sich Hybridlager meist schon nach kurzer Zeit.

Weitere Hybrid-Kugellager

Wie die Rillenkugellager können auch Schrägkugellager, Vierpunktlager und Pendelkugellager mit Keramik-kugeln ausgerüstet und von FAG als Hybridlager geliefert werden.

Bestellbezeichnung

Hybridlager werden durch das Vorsetzzeichen HC gekennzeichnet.

Beispiel: **FAG HC6202.2ZR.C3.L69**

Rillenkugellager mit Keramikugeln in den Abmessungen 15x35x11 mm

Beidseitige Abdichtung mit 2 Staubschutzdeckeln

Vergrößertes Lagerspiel nach C3

Befettung mit einem Hochtemperaturfett

FAG Kugelfischer AG
Geschäftsbereich Industrial
Bearings and Services
Electrical Machinery

Postfach 1260

D-97419 Schweinfurt

Georg-Schäfer-Straße 30

D-97421 Schweinfurt

Phone: +49 9721 913525

Fax: +49 9721 913832

www.fag.de

Alle Angaben wurden sorgfältig erstellt und überprüft. Für eventuelle Fehler oder Unvollständigkeiten können wir jedoch keine Haftung übernehmen. Änderungen, die dem Fortschritt dienen, behalten wir uns vor.

© by FAG 2003.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.

TI Nr. WL 43-1210 D