

Wälzlager für Drosselklappen

Automobil Produkt Information API 15





Wälzlager für Drosselklappen

Durch die Verbrennung fossiler Kraftstoffe entsteht Kohlendioxid, das in die Atmosphäre entweicht. Zur Verringerung der Schadstoff-Emissionen muss deshalb bei Kraftfahrzeugen der CO₂-Gehalt – und so ursächlich der Kraftstoffverbrauch – reduziert werden. Bei Otto-Motoren lässt sich das z.B. durch stark geschichtete Zylinderladungen und hohem Luftüberschuss im Teillastbereich erreichen.

Die zum Verbrennen des Kraftstoffs notwendige Luft gelangt durch eine elektronisch gesteuerte, beidseitig gelagerte Drosselklappe (EGAS) in den Brennraum. Durch das Motormanagement wird die Stellung der Drosselklappe ständig dem Betriebspunkt des Motors angepasst. Neben dem korrekten Luftdurchsatz in allen Lastbereichen reguliert sie auch das Leerlauf- und Kaltstartverhalten, sowie Sicherheitssysteme wie ABS, ASR und ESP. Zur genauen Dosierung der Luftmenge muss die Drosselklappe äußerst exakt und reibungsarm arbeiten. Das ist jedoch nur möglich, wenn die Qualität der Lagerung entsprechend hoch ist.

INA-Drosselklappenlager sind radial besonders klein bauende, befettete und beidseitig abgedichtete, luftdichte Nadelhülsen. Diese millionenfach bewährten, reibungsarmen Wälzlager sind beständig gegen Riffelbildung und haben eine sehr niedrige und konstante Radialluft. Durch ihre technischen Eigenschaften sind sie Kugel- und Gleitlagern deutlich überlegen und deshalb besonders wirtschaftlich. Sie haben somit einen nicht unerheblichen Anteil daran, dass der CO₂-Ausstoß sinkt und der Wirkungsgrad des Motors während seiner Gebrauchsdauer nicht beeinträchtigt wird.

Die vorliegende Automobil Produkt Information beschreibt das Standard-Programm der Drosselklappenlager. Zur Beratung bei der Auswahl der Lager sowie zur Gestaltung der Lagerung stehen die Fachingenieure der INA-Anwendungstechnik und des INA-Ingenieurdienstes zur Verfügung.

Schaeffler KG
Herzogenaurach

Inhaltsverzeichnis

Seite	
6	Wälzlager für Drosselklappen
6	Merkmale
8	Prüfverfahren zur Auslegung der Lager
8	Druckmessungen am Fahrzeug
8	Messaufbau
9	Messergebnisse beim Saugmotor
9	Messergebnisse beim Turbomotor
10	Prüfungen am Lager
10	Reibungsmoment der Lager
11	Einfluss von Temperatur und methanolhaltiger Flüssigkeiten auf FPM-Dichtringe
11	Verschleiß an befetteten und unbefetteten Dichtlippen
12	Gestaltung der Anschlussbauteile
12	Gehäuse
12	Welle
14	Einbau der Lager
14	Lieferausführung
14	Aufbewahrung
14	Entnahme
14	Richtlinien für den Einbau
15	Lagerungsvarianten und axiale Fixierung der Welle
15	Montage und axiale Fixierung – Variante 1
15	Montage und axiale Fixierung – Variante 2
15	Montage und axiale Fixierung – Variante 3
16	Maßtabelle

Wälzlager für Drosselklappen

Merkmale

Wälzlager für Drosselklappen

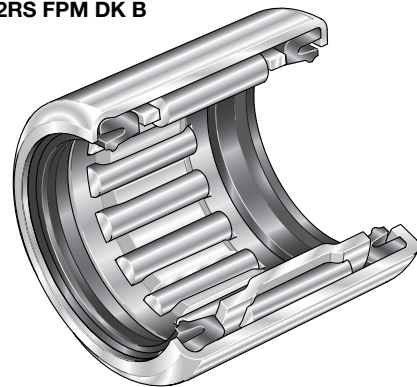
- sind Baueinheiten, bestehend aus dünnwandigen, spanlos geformten Außenringen, Nadelkränzen und .2RS FPM DK-Dichtungen
- sind luftdicht bei Über- und Unterdruck
 - die beidseitig abgedichteten Lager werden ungefettet auf Luftdichtheit geprüft (max. zulässige Leckage 1 cm³/Min bei 400 mbar)
- haben optimierte Dichtungen aus Fluor-Elastomer FPM
 - FPM ist besonders wärmebeständig sowie beständig gegen Kraftstoff, Mineralöl, Fett und „blow by“-Kondensat
- benötigen durch die integrierten Dichtungen keine zusätzliche Abdichtung in der Anschlusskonstruktion
- haben ein sehr niedriges Reibungsmoment
 - bei +20 °C max. 1,3 Ncm, bei –40 °C max. 4 Ncm
- haben ein konstantes, kleines Betriebsspiel über ihre gesamte Gebrauchsdauer
- benötigen nur geringen radialen Bauraum
- bieten einen hervorragenden Schutz gegen Riffelbildung
- sind silikonfrei
- sind mit einem Spezialfett gebrauchsdauer-befettet
- können durch den fettfreien Hüllkreis problemlos neben elektronischen Bauteilen eingebaut werden
 - durch Schleuderbefettung und optimierte Fettmengen gelangt bei Montage kein Fett in den Hüllkreis
- laufen auch auf ungehärteten Wellen
- sind deutlich wirtschaftlicher als Kugel- oder Gleitlager (siehe Tabelle *Vergleich*).

Lagerbauarten für Drosselklappen-Lagerungen – Vergleich

Bewertungskriterien	①	②	③
niedriger Verschleiß/kleines Radialspiel	++	++	+
100%ige Luft-Dichtheits-Prüfung	++	-	--
integrierte, schleifende Dichtungen	++	++	--
Reibungsmoment-Prüfung	++	+	--
geringe radiale Bauhöhe	+	--	++
axiale Positionierung der Welle	-	+	-
beständig gegen Riffelbildung	+	-	++
Preis (inklusive Dichtungen und Montageaufwand)	+	--	+
Bewertung	+	○	-

Wälzlager für Drosselklappen

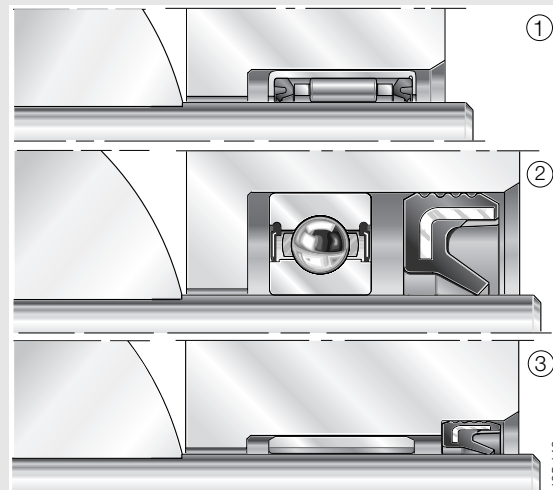
HK...2RS FPM DK B



105 148

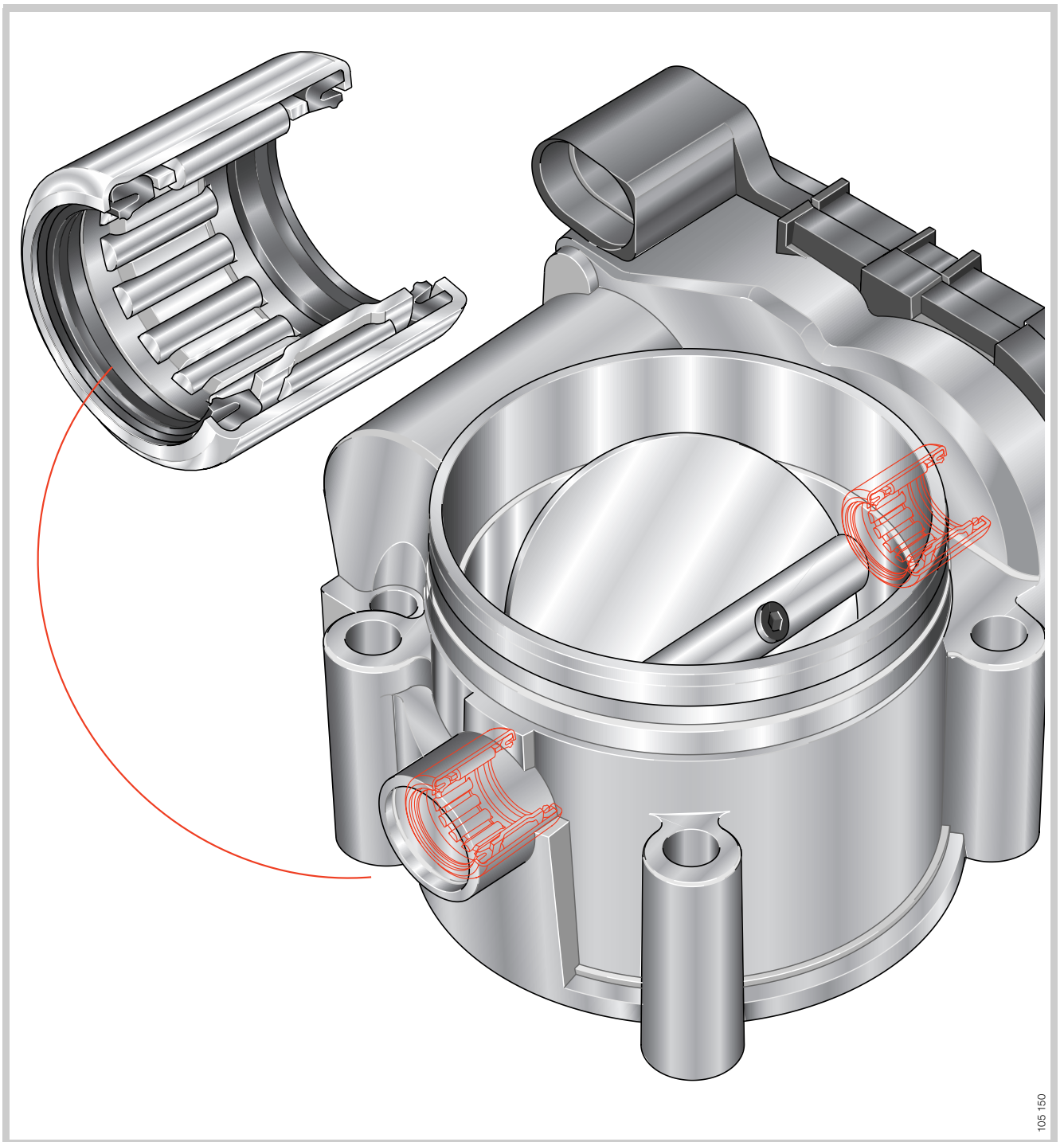
- entsprechen in ihrer Bauart der INA-Nadelhülse HK
- Nadelrollen endprofilert, Käfig aus Stahl und einsatzgehärtet
- beidseitig mit FPM-Lippendichtungen (Nachsetzzeichen .2RS FPM DK), Härte 75 ±5 Shore A
- geeignet für Temperaturen von –40 °C bis +150 °C
- für Wellendurchmesser 8 mm und 10 mm

Erforderlicher Bauraum – Vergleich



105 149

- Drosselklappenlager HK...2RS FPM DK B ①
- Kugellager ②
- Gleitlager ③



105 150

Prüfverfahren zur Auslegung der Lager

Druckmessungen am Fahrzeug

Drosselklappenlager müssen gegen Über- und Unterdruck abdichten. Deshalb prüft INA jedes Lager auf Luftdichtheit.

Zur Prüfung stehen umfangreiche, speziell dafür entwickelte Einrichtungen, Prüfstände und Prüfverfahren zur Verfügung. Standardisierte INA- und Kunden-Prüfnormen sichern eine gleichbleibend hohe Qualität der Prüfergebnisse.

Entscheidende Prüfkriterien zur Dichtheitsprüfung bei INA sind:

- das Druckniveau an den Dichtungen der Lager
- das Druckniveau im Lager.

Zur technisch optimalen Gestaltung der Lager werden die Druckverhältnisse direkt im INA-Fahrzeugversuch ermittelt. Für exakte Ergebnisse ist dazu die Stellung der Drosselklappen sowie der Druck im Stutzen maßgebend.

Die Messungen am Fahrzeug:

- liefern die notwendigen, betriebsspezifischen Daten unter denen Drosselklappenlager arbeiten
- ergeben die Datenbasis als Lastenheft zur Auslegung der Lager und Dichtungen.

Messaufbau

Motoren und Messparameter

Die Daten werden an einem Saug- und einem Turbomotor ermittelt.

Gemessen werden (Bild 1):

- ① der Druck im Stutzen
- ② der Druck vor der ersten Dichtung
- ③ der Druck im Lager
- ④ die Winkelstellung der Drosselklappe.

Ausführung der Lager

Die Welle der Drosselklappe ist in Drosselklappenlagern HK...2RS FPM DK B gelagert. Die Lager sind trockenkonserviert, nicht be fettet und beidseitig mit FPM-Dichtungen abgedichtet. Die Dichtlippen sind nach außen gerichtet.

Die Dichtungen wurden so optimiert, dass sie nur minimale Reibung verursachen, höchstmögliche Dichtheit bieten und über gute Notlaufeigenschaften verfügen.

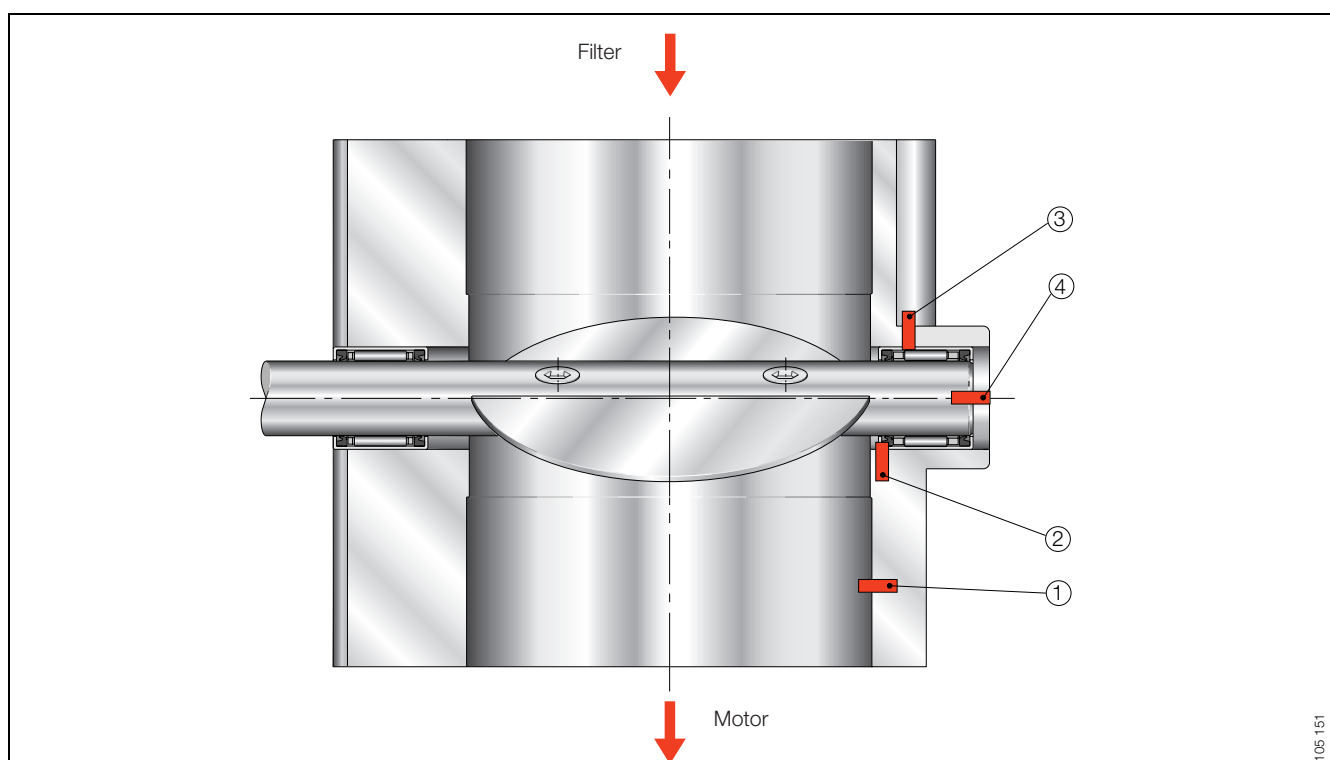


Bild 1 · Druckmessung am Fahrzeug – Messpunkte

Messergebnisse beim Saugmotor

Beim Saugmotor liegt nur Unterdruck vor.
Die Druckverhältnisse beschreibt Bild 2.

- ① Der Unterdruck nach der Drosselklappe beträgt:
 - maximal 800 mbar bei ganz geschlossener Klappe
 - annähernd 0 mbar bei voll geöffneter Klappe.
- ② Der Unterdruck an der ersten Dichtung liegt bei etwa 200 mbar und verläuft synchron zum Unterdruck nach der Drosselklappe ①.
- ③ Das Druckniveau im Lager ist klein und bewegt sich durchgehend und sehr gleichmäßig nahe 0 mbar.

Bewertung

Die konstanten Druckverhältnisse der Kurve ③ zeigen die Dichtwirkungen des Lagers.

Man sieht, dass die gewählten Dichtungen bereits im nicht befetteten Zustand des Lagers ein hohes Maß an Dichtheit der Lagerstelle gewähren.

Die serienmäßige Befettung vor der Auslieferung verstärkt die Wirkung der Abdichtung und verbessert den Korrosionsschutz.

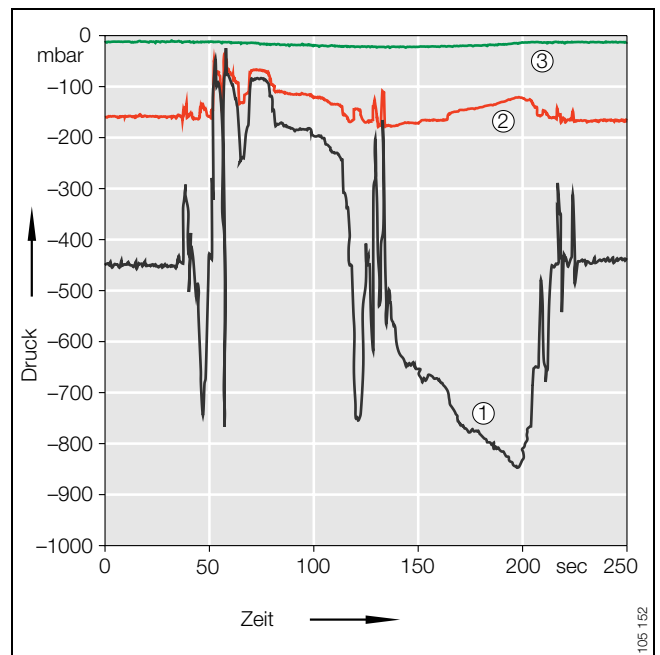


Bild 2 · Druckverhältnisse beim Saugmotor

Messergebnisse beim Turbomotor

Beim Turbomotor liegt Über- oder Unterdruck vor.
Die Druckverhältnisse beschreibt Bild 3.

- ① Der Druck im Stutzen bewegt sich zwischen 400 mbar Über- und 800 mbar Unterdruck.
- ② Der Überdruck an der ersten Dichtung steigt beim schnellen Schließen der Drosselklappe durch das „Nachschieben“ des Laders kurzzeitig bis auf etwa 700 mbar.
- ③ Das Druckniveau im Lager ist wie beim Saugmotor gleichmäßig und konstant niedrig.

Bewertung

Die nahezu konstanten Druckverhältnisse der Kurve ③ zeigen die Dichtwirkung des Lagers.

Man sieht, dass die gewählten Dichtungen bereits im nicht befetteten Zustand des Lagers ein hohes Maß an Dichtheit der Lagerstelle gewähren.

Die serienmäßige Befettung vor der Auslieferung verstärkt die Wirkung der Abdichtung und verbessert den Korrosionsschutz.

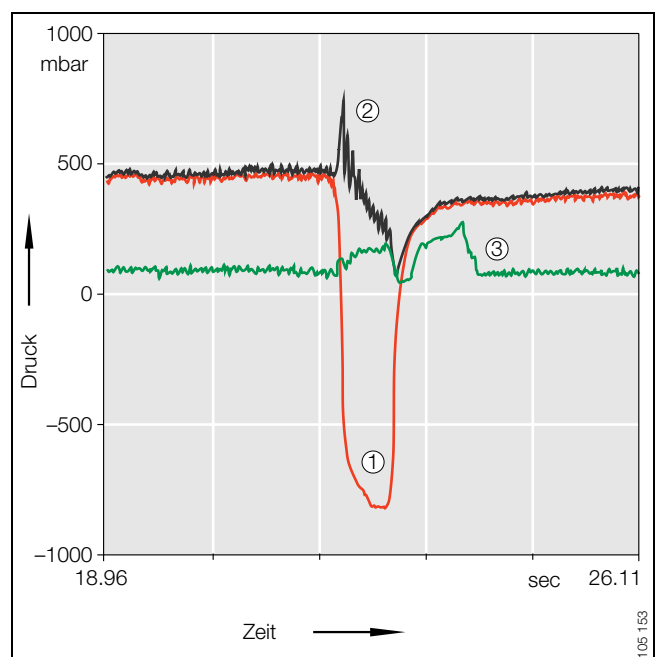


Bild 3 · Druckverhältnisse beim Turbomotor

Prüfverfahren zur Auslegung der Lager

Prüfungen am Lager

Zur optimalen Auslegung der Lager werden unterschiedliche Lagerbauformen auf Prüfständen miteinander verglichen.

Im einzelnen werden geprüft:

- ① das Reibungsmoment der Lager
- ② der Einfluss der Temperatur und methanolhaltiger Flüssigkeiten (nach DIN 51 604-1 und -2) auf FPM-Dichtringe
- ③ der Verschleiß an unbefetteten Dichtlippen der Lager.

Reibungsmoment der Lager

Die Reibungsleistung eines Lagers setzt sich aus mehreren Reibungsanteilen zusammen:

- der Rollreibung
- der Gleitreibung der Wälzkörper und Käfige
- der Fettereibung
- der Dichtungsreibung.

Bild 4 beschreibt das Reibungsverhalten gefetteter Lager, abhängig von Lagergröße, Anzahl der FPM-Dichtungen und Temperatur. Die oberen Kurven zeigen den Reibungsmomentverlauf beim Öffnen der Drosselklappe, die unteren den Verlauf beim Schließen.

Bewertung

Das Reibungsverhalten ist beim einseitig abgedichteten Lager am niedrigsten. Es verändert sich geringfügig mit der Abmessung, der Dichtungsanzahl und zunehmenden Minustemperaturen. Ursachen dafür sind die oben erwähnten Reibungsanteile und die sich bei niedrigen Temperaturen veränderte Betriebsviskosität des Schmierstoffs.

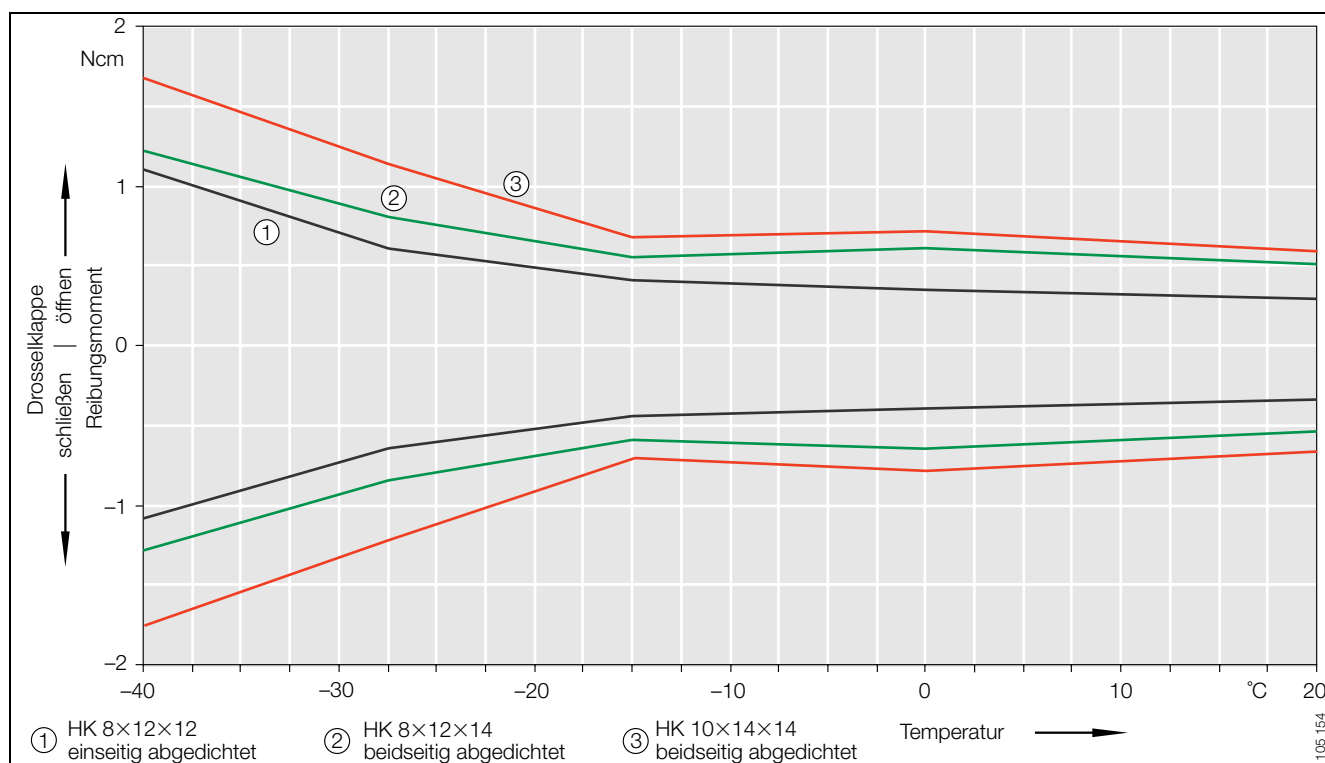


Bild 4 · Reibungsmoment der Lager – abhängig von Lagergröße, Dichtungsanzahl, Temperatur

Einfluss von Temperatur und methanolhaltiger Flüssigkeiten auf FPM-Dichtringe

Bild 5 beschreibt das Verhalten der FPM-Dichtungen bei gefetteten Lagern, abhängig von Lagergröße und Temperatur.

Um die Temperaturbeständigkeit zu überprüfen, werden die Lager einem Temperatur-Wechselzyklus unterzogen (siehe Bild 5). Zusätzlich werden die Lager nach DIN 51 604-1 und -2 geprüft (Lagerung in methanolhaltigen Flüssigkeiten).

Die oberen Kurven zeigen das Verhalten beim Öffnen der Drosselklappe, die unteren das beim Schließen.

Bewertung

Der Reibungsmomentverlauf dient zur Beurteilung der Lagerfunktion. Da FPM-Dichtungen besonders wärmebeständig sowie resistent gegen Kraftstoffe, Mineralöle, Fette und „blow by“-Kondensat sind, zeigen sie im Temperatur-Wechselzyklustest sowie im Test mit methanolhaltigen Flüssigkeiten keine Unregelmäßigkeiten oder Undichtigkeiten. So bleibt das Reibungsmoment insgesamt sehr niedrig.

Verschleiß an befetteten und unbefetteten Dichtlippen

Um Funktionseinwirkungen zu überprüfen, wurden mit gefetteten und unbefetteten Dichtungen 1 Million Umdrehungen gefahren.

Bewertung

Der Verschleiß an den gefetteten sowie ungefetteten Dichtlippen ist unerheblich und beeinflusst die Dichtfunktion nicht. Nach dem Einlaufen tritt Verschleiß-Stillstand an den Lippen ein. Dadurch sind die Lager luftdicht auf Gebrauchsdauer.

Im Betrieb werden die Dichtlippen durch das Fett im Lager geschmiert. Darüber hinaus hat der Dichtringwerkstoff durch spezifische Zusätze selbstschmierende Eigenschaften. Diese Notlaufeigenschaften stellen sicher, dass die Lippenkante immer mit genügend Schmierstoff versorgt wird.

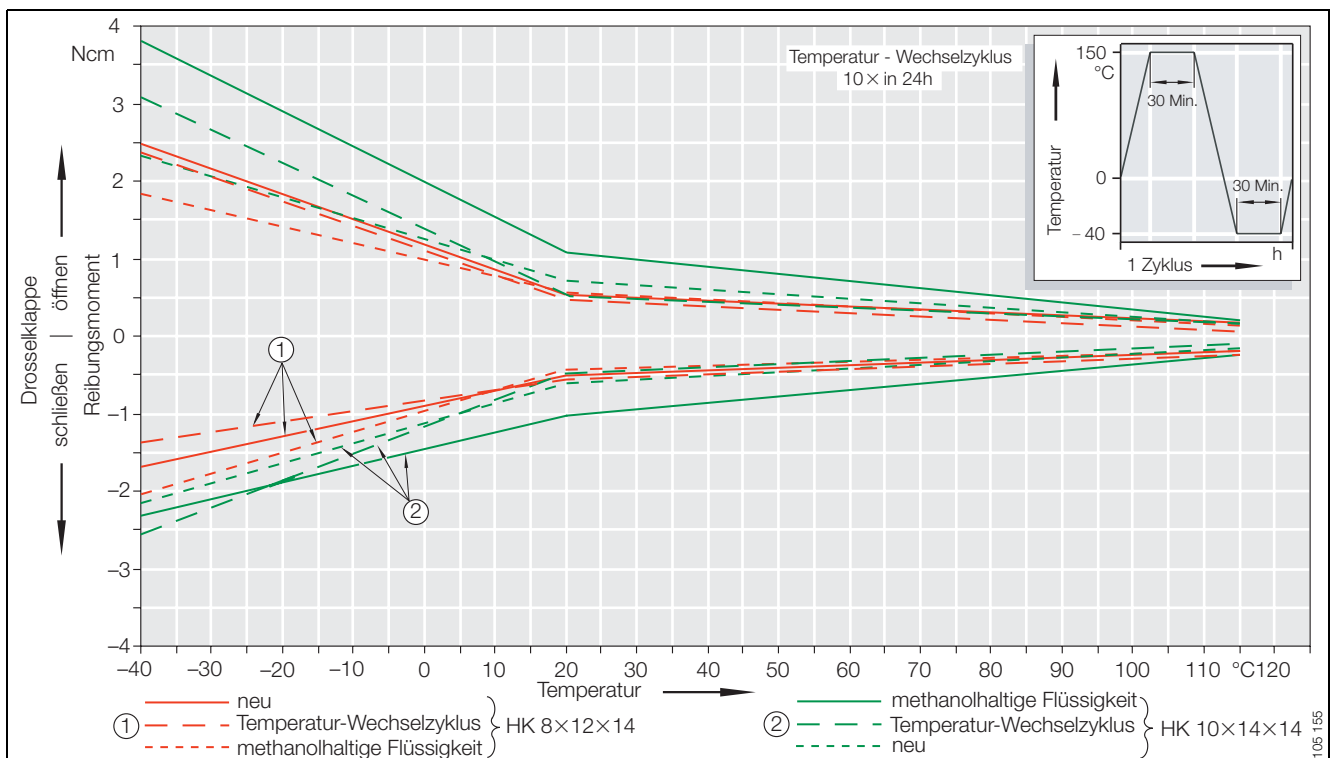


Bild 5 · Einfluss der Temperatur und methanolhaltiger Flüssigkeiten auf FPM-Dichtringe, abhängig vom Hüllkreis F_W des Lagers

Gestaltung der Anschlussbauteile

Die Anschlussbauteile – Welle und Gehäusebohrungen – bestimmen die Funktion und Gebrauchsdauer der Drosselklappe entscheidend mit.

Die folgenden Empfehlungen zur Auslegung der Gehäusebohrungen und Wellen sind für Standard-Lagerungen geeignet. Werden diese Angaben eingehalten und die Lager korrekt eingebaut, ist die volle Funktion der Nadelhülsen sichergestellt. Weichen die Anschlussbauteile von den angegebenen Werten ab, bitte bei INA rückfragen.

Gehäuse

Drosselklappenlager benötigen maß- und formgenaue Bohrungen im Stutzen, da sich die dünnwandigen Außenringe der Hülsenlager der Maß- und Formgenauigkeit der Gehäusebohrungen anpassen. Die notwendige Form- und Lagegenauigkeit der Lagersitzflächen für Gehäuse zeigt Bild 6.

Starke Schwankungen der Gehäuse-Wanddicken, aber auch Gehäuserippen im Bereich der Lagersitze, beeinflussen den Festsitz und die Rundlauf-Genauigkeit der Nadelhülsen negativ.

Toleranzfelder für Gehäusebohrungen

Für Aluminium-Gehäuse sollten die Bohrungen mit dem Toleranzfeld N6 ausgeführt werden. Werden diese Maßtoleranzen eingehalten, sitzen die Lager axial fest in den Bohrungen. Außerdem ist die Rundlauf-Genauigkeit ausreichend.

Bei optimierten Gehäusegeometrien – keine Versteifungsrippen, möglichst zylindrische Absätze usw. – sind Bohrungen in den Toleranzfeldern R6 oder S6 möglich. Das ist besonders bei zusätzlich axial belasteten Lagern notwendig.

Welle

Die Lagerlaufbahnen der Wellen müssen mit der für Wälzlager üblichen Qualität gefertigt sein. Die erforderlichen Form- und Lagegenauigkeiten zeigt Bild 6.

Toleranzfelder für Wellen

Bei der Gehäusetoleranz N6 kann für Wellen das Toleranzfeld m6 gewählt werden. Weicht das Feld von N6 ab, müssen die Wellentoleranzen dem Feld der Bohrungen angepasst werden – z.B. Bohrungstoleranz R6, Wellentoleranz h6. Der Festsitz der Lager muß dann durch Einpressversuche geprüft werden. Versuche dazu führt INA auf Anfrage durch.

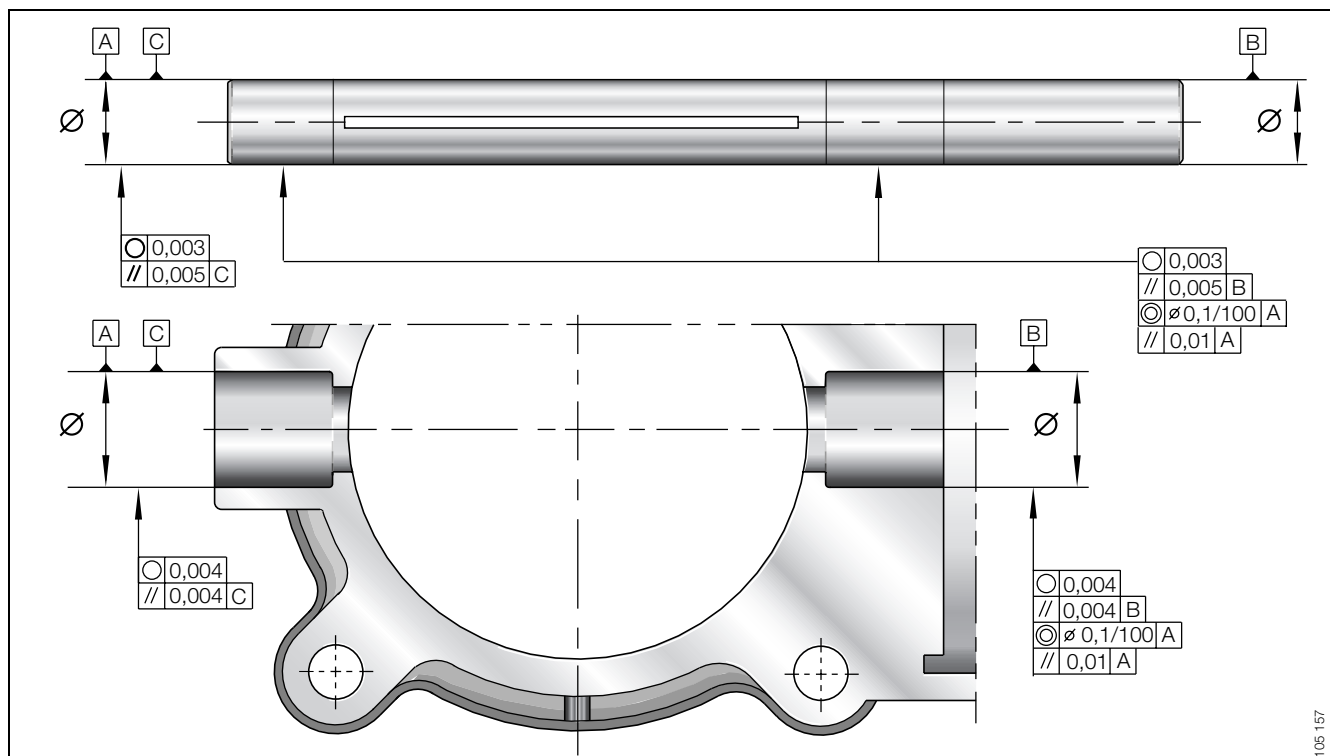


Bild 6 · Form- und Lagegenauigkeit der Lagersitze für Welle und Gehäusebohrungen

Werkstoffe und Oberflächenhärte der Welle

Geeignet sind:

- durchhärtende Stähle nach DIN 17 230
- Einsatzstähle nach DIN 17 230 bzw. DIN 17 210
- Stähle für Flamm- und Induktionshärtung nach DIN 17 230 bzw. DIN 17 212
- Nirosta-Stähle – z.B. X 12 CrMoS 17, ungehärtet.

Die Oberflächenhärte der Wellen soll >550 HV betragen, eine Härtungstiefe von $>0,1$ mm Eht oder Rht sichergestellt sein.



Aus Kostengründen werden mittlerweile auch Wellen aus Nirosta-Stahl als technischer Standard eingesetzt. Da diese Wellen jedoch nicht gehärtet werden können, ist ihre Härte zum Teil deutlich niedriger als 550 HV. Vor dem Einsatz müssen die Wellen deshalb einem Vibrationstest unterzogen werden, um die Lebensdauer und die Sicherheit gegenüber Riffelbildung zu bestätigen.

Hier wird – am Aggregat und unter motorspezifischen Bedingungen – geprüft, ob die niedrigere Härte alle Laufbahn-Anforderungen und Betriebsbedingungen erfüllt.

Ausführung der Welle

Damit die geprüfte Luftdichtheit der Lager erhalten bleibt, dürfen die Dichtlippen beim Einbau der Welle nicht beschädigt werden.



Deshalb unter Berücksichtigung der Montagerichtung (Bild 7):

- alle scharfen Kanten mit Schlupffasen versehen
- alle Grate an Bohrungen, Einstichen, Nuten usw. entfernen
- zum Entgraten eignet sich das Bürsten oder Strahlen (z.B. Glasperlen-Strahlen)
- Gewinde-Durchmesser am Wellenende „kappen“
- er soll mindestens 0,5 mm kleiner sein als der Bohrungs-Durchmesser der Lager.

Die Rauheit der Laufbahn soll den Wert $R_z 6,3 \mu\text{m}$ nicht überschreiten.

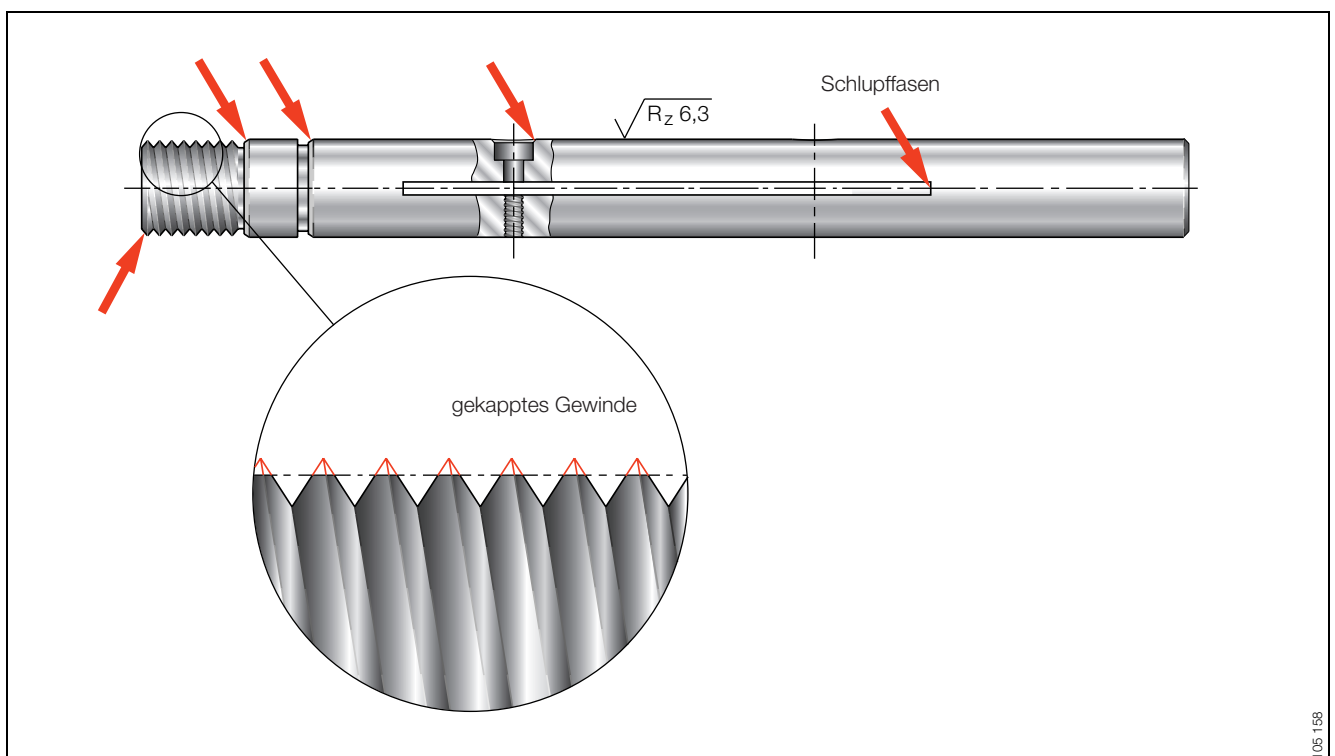


Bild 7 · Gestaltung der Welle

Einbau der Lager

Lager für Drosselklappen müssen vor und während des Einbaus sehr sorgfältig behandelt werden. Ihre störungsfreie Funktion hängt wesentlich von der Sorgfalt beim Einbau ab.

Lieferausführung

Die Lager werden silikonfrei und trockenkonserviert mit VCI-Papier geliefert.

Aufbewahrung

Lager aufbewahren:

- nur in der Original-Verpackung
- in trockenen, sauberen Räumen mit konstanter Temperatur
- bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von max. 65%.

Die Lagerfähigkeit ist durch die Haltbarkeit des Fettes begrenzt.

Entnahme

Handschweiß führt zu Korrosion: Hände deshalb sauber und trocken halten, ggf. Schutzhandschuhe tragen.

Lager erst unmittelbar vor der Montage aus der Originalverpackung entnehmen. Werden Lager aus einer Sammelverpackung mit Trockenkonservierung entnommen, Verpackung anschließend sofort wieder verschließen. Die schützende Dampfphase, bewirkt durch das VCI-Papier, bleibt nur in der geschlossenen Verpackung erhalten.

Richtlinien für den Einbau

Zur Sicherstellung der vollen Lagerfunktion empfehlen wir:

- Lager und Montageplatz vor Silikon, Staub, Schmutz, Feuchtigkeit schützen. Verunreinigungen beeinflussen die Funktion und Gebrauchsdauer der Lager nachteilig. Silikon führt an elektronischen Bauteilen – z.B. am Potentiometer – zu gravierenden Unterbrechungen der elektrischen Leitung. Diese Unterbrechungen können zum Motorstillstand führen
- Maß-, Form- und Lagegenauigkeit der Lagersitze auf der Welle und im Gehäuse prüfen (Bild 6)
- scharfe Kanten an der Welle und allen Bohrungen, Einstichen, Nuten usw. entgraten (siehe Bild 7)
- Lager mit speziellem Einpressdorn einpressen: Hülsen dabei nicht verkanten (Bild 8). Der Dorn muss zum Einpressen eine 15°-Fase haben. Die Lager können von der beschrifteten oder unbeschrifteten Seite aus eingepresst werden
- für Drosselklappenstutzen keine senkrechte Einbaulage der Welle vorsehen. Das Kondenswasser, das sich betriebsbedingt an der Klappe bildet, kann sich am unteren Lager sammeln und hier Korrosion verursachen.

Für ausreichenden Spritz- und Schmutzschutz sorgen! Die Lager müssen im eingebauten Zustand sicher vor Spritzwasser, Reinigungsmitteln, den Einfluss von Hochdruckreinigern usw. sowie vor Verschmutzung von außen geschützt sein!

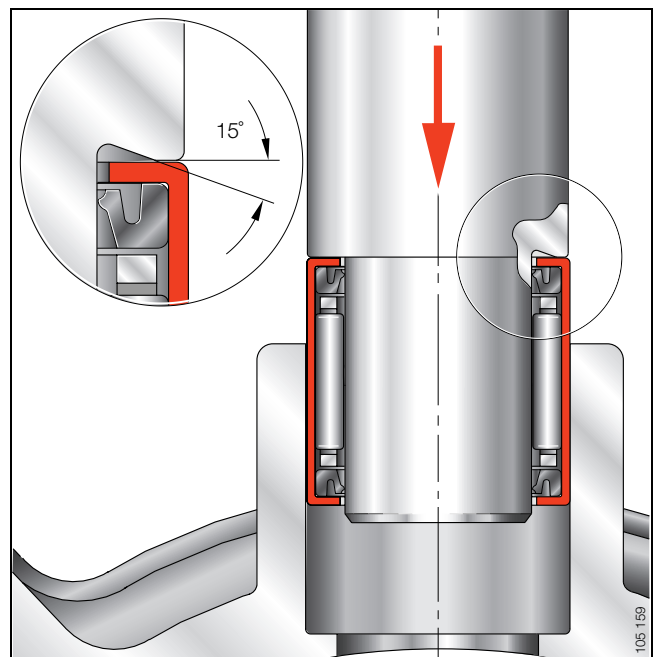


Bild 8 · Lager mit Einpressdorn einpressen

Lagerungsvarianten und axiale Fixierung der Welle

Die folgenden Beispiele zeigen, wie Lagerungen für Drosselklappen ausgeführt und axial fixiert werden können.

Montage und axiale Fixierung – Variante 1 (Bild 9)

- Beide Drosselklappenlager ① in das Gehäuse ② pressen.
- Welle ③ mit Potentiometer ④ oder Sicherungsring ⑤ axial fixieren.
- Betätigungshebel ⑥ mit Rückstellfeder ⑦ positionieren.

Vorteil

Die Lagerung wird über die Rückstellfeder ⑦ vorgespannt und ist dadurch axial spielfrei

- durch die axiale Vorspannung zwischen Potentiometer ④ bzw. Sicherungsring ⑤ und Lagerbord ist die Reibung geringfügig erhöht.

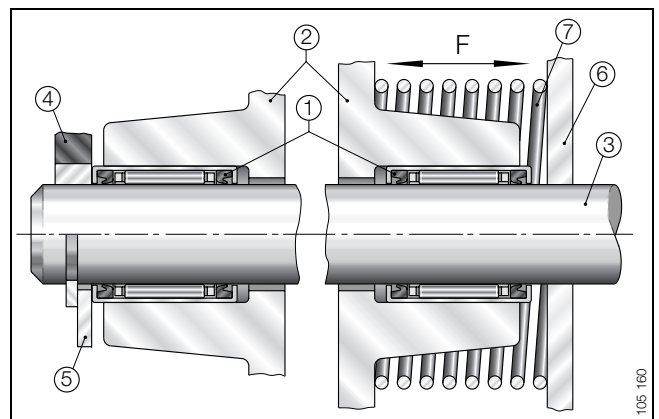


Bild 9 · Montage und axiale Fixierung – Variante 1

Montage und axiale Fixierung – Variante 2 (Bild 10)

- Rechtes Drosselklappenlager ① in das Gehäuse ② pressen.
- Linkes Drosselklappenlager ③ mit Welle ④ und Sicherungselement ⑤ auf Anschlag einpressen.

Vorteil

Die Reibung in der Lagerung erhöht sich nicht

- es bleibt ein Axialspiel von ca. 0,2 mm.

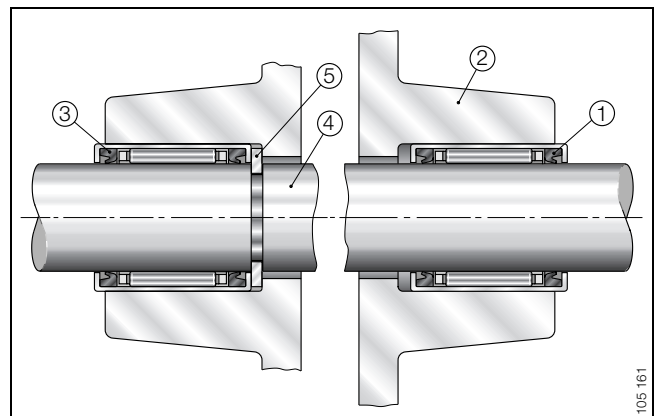


Bild 10 · Montage und axiale Fixierung – Variante 2

Montage und axiale Fixierung – Variante 3 (Bild 11)

- Beide Drosselklappenlager ① in das Gehäuse ② pressen.
- Welle ③ mit Axialscheibe ④ und Sicherungsring ⑤ auf Anschlag einschieben.
- Potentiometer ⑥ auf Anschlag aufpressen – die Welle ③ kann dabei leicht zurückfedern.

Vorteil

Die Reibung in der Lagerung erhöht sich nicht

- das geringe Axialspiel kann bei der Montage eingestellt werden.

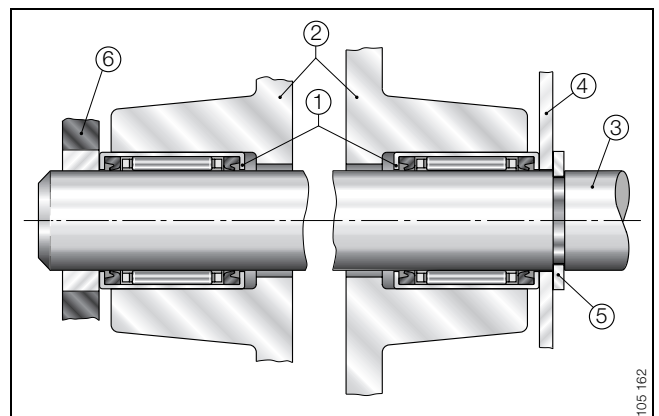
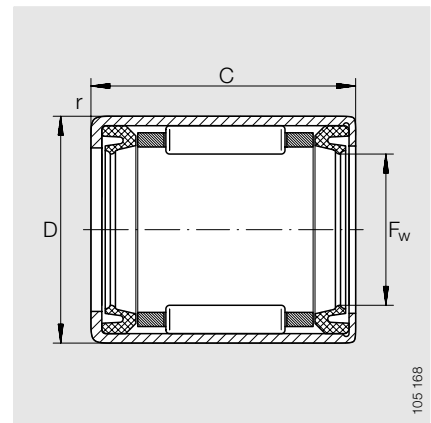


Bild 11 · Montage und axiale Fixierung – Variante 3

Maßtabelle

Wälzlager für Drosselklappen

Baureihe HK...2RS FPM DK B



HK...2RS FPM DK B

105 168

Maßtabelle · Abmessungen in mm

Wellen- durch- messer	Kurzzeichen	Gewicht g	Abmessungen				Tragzahlen	
			F _w	D	C	r	dyn. C kN	stat. C ₀ kN
8	HK 0812.2RS FPM DK B	3	8	12	12	±0,6	2,75	2,6
	HK 0814.2RS FPM DK B	4	8	12	14	±0,6	3,8	3,95
10	HK 1012.2RS FPM DK B	4	10	14	12	±0,6	3,2	3,35
	HK 1014.2RS FPM DK B	5	10	14	14	±0,6	4,4	5,1

Schaeffler KG

Industriestraße 1–3
91074 Herzogenaurach
Internet www.ina.de
E-Mail Info@de.ina.com

In Deutschland:

Telefon 0180 5003872
Telefax 0180 5003873

Aus anderen Ländern:

Telefon +49 9132 82-0
Telefax +49 9132 82-4950

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.

© Schaeffler KG · 2006, August

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.

API 15 D-D